

## 2. A vizsgált terület környezeti adottságai és konfliktusai

### 2.1. Klíma és környezet

*Blanka Viktória, Dragan Dolinaj, Farsang Andrea, Fiala Károly, Mladen Jovanovic, Kiss Tímea, Ladányi Zsuzsanna, Pálfai Imre, Dragoslav Pavić*

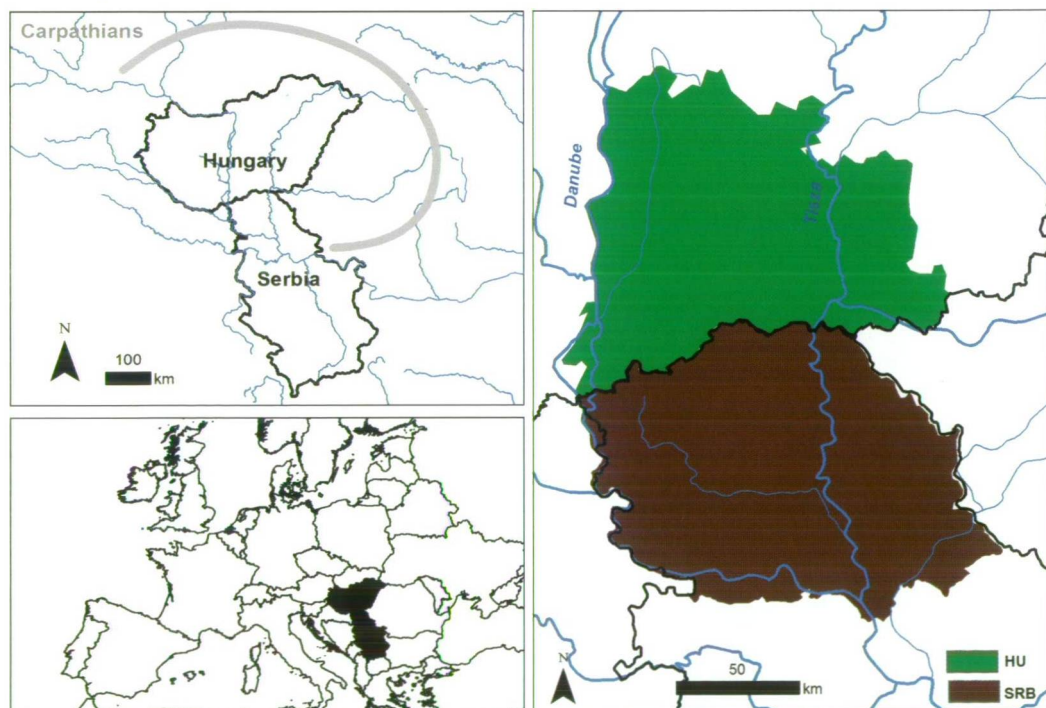
A kutatási terület, a Dél-Alföld és a Vajdaság a Kárpát-medence déli részén helyezkedik el (2.1. ábra). A területet közel egységes természetföldrajzi viszonyok jellemzik. A terület legnagyobb része síkvidéki terület, csupán a Vajdaság déli részén találhatóak kisebb hegy-

## 2. Prirodne karakteristike i konflikti na istraživanom području

### 2.1. Klima i životna sredina

*Blanka Viktória, Dragan Dolinaj, Farsang Andrea, Fiala Károly, Mladen Jovanovic, Kiss Tímea, Ladányi Zsuzsanna, Pálfai Imre, Dragoslav Pavić*

Istraživano područje, Južna mađarska ravnica i Vojvodina, nalazi se na južnom delu Panonske nizije (Slika 2.1). Prostor karakterišu približno isti fizičko-geografski uslovi. Najveći deo područja je ravnica, samo na južnom delu Vojvodine se mogu



2.1. ábra A vizsgált terület elhelyezkedése

Slika 2.1 Položaj ispitivanog područja

Fig. 2.1 Location of the study area

vidéki területek (Fruska Gora és Versec). A kutatás elsősorban a síkvidéki területekre fókuszál, ugyanis az aszály elsősorban ezeken a területeken okoz komoly természeti és gazdasági problémákat. A vizsgálati eredmények részletesebb bemutatása előtt röviden összefoglaljuk a terület legfontosabb környezeti jellemzőit az aszály szempontjából vizsgálva, hogy képet kapjunk a vizsgált probléma természeti háttéréről a régióban.

## **Éghajlat**

A mintaterület éghajlat szempontjából a Köpen-féle Cf (meleg-mérsékelt, éven belüli egyenletes csapadékeloszlással) vagy a Trewartha-féle D.1 (kontinentális éghajlat hosszabb meleg évszakkal) klímakörzetbe tartozik. A területen az évi középhőmérséklet 11 °C körül, az évi csapadékmennyiség 500-600 mm körül alakul. A legmelegebb hónapban, júliusban a középhőmérséklet jellemzően 21 és 23°C között alakul, a csapadék pedig a nyári félévben 300 mm körüli (Smailagic et al. 2013, OMSZ 2014).

## **Dél-magyarország**

A mintaterület magyarországi részén a hőmérsékleti idősorban jelentős az évről-évre fellépő változékonyság, ennek ellenére a hőmérséklet emelkedő tendenciája az utolsó harminc évben egyértelműen kimutatható. A legmelegebb évek a 90-es éveket követően egyre gyakrabban fordulnak elő, az idősorban a 2000, 2007 évek középhőmérsékletei a legmagasabbak. A középhőmérséklet értékeinek térbeli eloszlását két időszakra bontva szinte az egész vízgyűjtőn melegedés figyelhető meg (2.2. ábra), a déli részeken jelentősen, 0,8 °C-kal, nőtt az évi középhőmérséklet értéke. Lényeges különbség mutatkozik az éven belüli hőmérsékletváltozásokban. A nyári (június-augusztus) és a téli hónapok (december-február) középhőmér-

naí manje planinske oblasti (Fruška gora i Vršac). Istraživanje se fokusira pre svega na ravničarske predele, naime na ovim prostorima suša uzrokuje ozbiljne prirodne i ekonomske probleme. Pre detaljnijeg prikaza rezultata ispitivanja daćemo kratak sažetak najvažnijih prirodnih karakteristika sa aspekta suše, da bi smo dobili pregled prirodnih činilaca istraživanog problema u regiji.

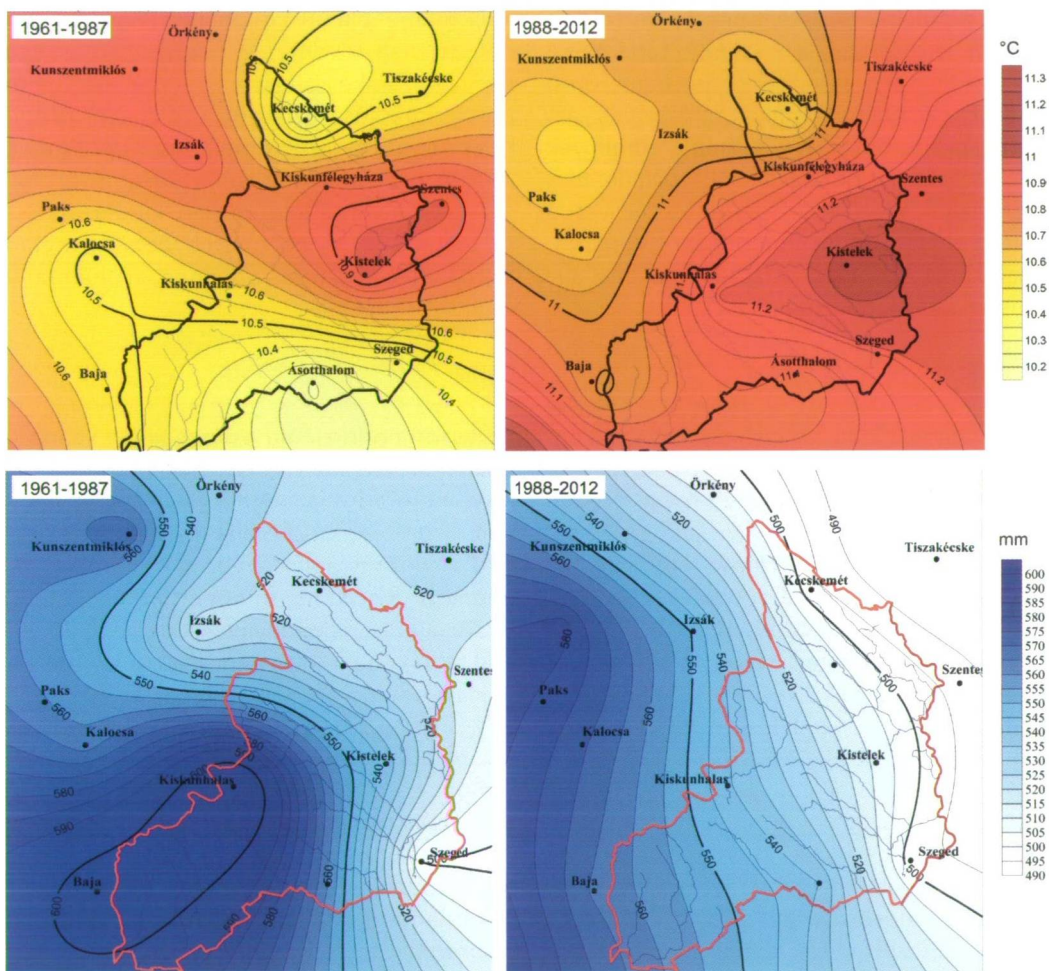
## **Klima**

Ispitivano područje na osnovu klime spada u oblast Cf prema Kepenu (topla-umerena, sa ravnomernom raspodelom godišnjih padavina ili D.1 prema Trevarti (kontinentalni klimat sa dužim toplim godišnjim dobom). Na području je godišnja temperatura oko 11 °C, godišnja količina padavina se kreće oko 500-600 mm. U najtoplijem mesecu, julu, tipična srednja temperatura se kreće između 21 i 23°C, a padavine su u letnjem polugodištu oko 300 mm (Smailagic et al. 2013, OMSZ 2014).

## **Južna mađarska**

Na mađarskom delu ispitivanog područja u serijama podataka je vidljiva značajna promenljivost temperature iz godine u godinu, ali uprkos tome nedvosmisleno se može iskazati rastući trend temperature u poslednjih 30 godina. Najtoplije godine se nakon 90ih godina sve češće javljaju, u vremenskoj seriji najveću srednju godišnju temperaturu imaju 2000, 2007. Podelom prostornog rasporeda srednjih temperatura na dva perioda, skoro se na celom slivu može zapaziti zagrevanje (Slika 2.2), na južnim delovima temperatura je značajno porasla, za 0,8 °C. Velika razlika se pokazuje u varijacijama unutar jedne godine. Srednje temperature letnjih (jun-avgust) i zimskih meseci (decembar-februar) pokazuju





**2.2. ábra** A középhőmérséklet (°C) térbeli eloszlása 1961-1987 és 1988-2012 között; a lehullott csapadék (mm) átlagának területi eloszlása 1961-1987 és 1988-2012 között

A piros vonal a Tisza jobbparti vízgyűjtőjének határait jelöli

**Slika 2.2** Prostorni raspored srednjih godišnjih temperatura (°C) između 1961-1987 i 1988-2012; Prostorni raspored padavina (mm) između 1961-1987 i 1988-2012

Crvena linija označava granice desne strane sliva Tise

**Fig. 2.2** Spatial distribution of mean temperature (°C) between 1961 - 1987 and 1988 - 2012; Spatial distribution of the mean annual precipitation (mm) between 1967- 1987 and 1988- 2012

The red line indicates the border of the right-bank side catchment area of the Tisza River

sékleteinek alakulása egyaránt emelkedő trendet mutat.

A térségben az utolsó kiemelkedően csapadékos időszak az 1960-as évek végén volt. Az 1970-es esztendő követően húsz éven

podjednako rastuće trendove. U regionu je poslednji natprosečno vlažan period bio na kraju 1960ih godina.

U narednih dvadeset godina nakon 1970, vrednosti ponderisane sume padavina su

keresztül, a súlyozott csapadékösszegek átlag alatti vagy átlag körüli értékei alakultak ki, s teljesen hiányoztak a nagycsapadékú évek. Ebben rövid változást hozott 1991, de főleg a 90-es évek vége (1998 és leginkább 1999); majd a 2000-es években 2001, 2004, 2005 és a legcsapadékosabb 2010 is. Ennek ellenére az mindenképpen megállapítható, hogy a vizsgált időszakban (1961-2012) nemcsak egyszerűen a csapadékmennyiség csökkent, hanem – annál nagyobb arányban – a kiugróan csapadékos évek (ilyen 1999 és 2010 volt) száma is. Különbség mutatkozik tehát a lehullott csapadék mennyiségében: míg az 1987-ig tartó első periódusban a vizsgált terület közepén húzódott át az 550 mm-es izovonal, addig a következő, 2012-ig tartó időszakban ez a határ nyugat felé tolódott (2.2. ábra). Ez ugyan nem tűnik számottevő különbségnek, azonban a vízgyűjtő egyes részein ez 20-30 mm csapadékhiányt jelent évente. A térség csapadékvizonyait tekintve az átlagosnál szárazabb évek gyakorisága növekedett, a csapadék időbeli eloszlása egyre kedvezőtlenebb, főként a nyári időszakban tapasztalhatóak a rövid idő alatt hulló nagycsapadékok, melyeknek hatására az értékes vízkészlet lefolyási aránya emelkedett.

### Vajdaság

A Vajdaság területén is megfigyelhető növekvő tendencia az éves átlaghőmérsékletben az elmúlt közel 50 év adatai alapján (2.1. táblázat). Átlagosan 1 °C körüli hőmérséklet-emelkedés jellemzi az 1951-2012 közötti időszakot. Legnagyobb mértékű hőmérséklet növekedés a terület ÉNY-i részén, Zombor állomáson mutatható ki, míg a legkisebb mértékű növekedés a terület D-i részén volt jellemző. A csapadék-változás ugyanebben az időszakban nem azonos tendenciájú a teljes Vajdaságban: Versec és Sremska Mitrovica állomások esetében csökkenő tendencia, míg a

se kretale ispod ili oko proseka, a potpuno su izostajale godine sa velikom količinom padavina. Kratku promenu je unela 1991, ali naročito i kraj 90ih (1998 i najviše 1999); zatim u 2000-tim godinama 2001, 2004, 2005 i 2010 sa najviše padavina.

Uprkos tome svakako se može primetiti da se u ispitivanom periodu (1961-2012) količina padavina nije samo jednostavno smanjivala, nego - u još većoj meri - i broj godina sa natprosečnim padavinama (ovakve su bile 1999 i 2010). Pokazuje se dakle razlika u količini padavina: dok se u prvom periodu, koji je trajao do 1987, izolinija od 550 mm protezala na sredini ispitivanog područja, u narednom periodu koji je trajao do 2012 ova se granica pomerila na zapad (Slika 2.2). Ovo se ne čini kao značajna razlika, međutim to na pojedinim delovima sliva podrazumeva deficit padavina od 20-30 mm. Posmatrajući padavinske odnose u regiji porastao je broj godina koje su sušnije od proseka, a vremenska raspodela padavina je sve nepovoljnija, naročito u letnjem periodu se mogu uočiti velike padavine koje se izlučuju u kratkom periodu, čijim uticajem je porastao udeo oticanja vrednog vodenog resursa.

### Vojvodina

I na teritoriji Vojvodine se može zapaziti rastuća tendencija u prosečnim godišnjim temperaturama na osnovu podataka iz proteklih 50 godina (Tabela 2.1). Period od 1951-2012 karakteriše porast temperature od 1°C u proseku. Porast temperature najveću vrednost ima na severozapadnom delu oblasti, kod meteorološke stanice Sombor, dok je najmanja promena bila karakteristična za južni deo područja. Promena padavina u istom periodu ne pokazuje iste tendencije u celoj Vojvodini: kod stanica Vršac i Sremska Mitrovica tendencija je opadajuća, dok se



**2.1. táblázat** Az éves középhőmérséklet és a csapadékmennyiség változása 1951 és 2012 között

**Tabela 2.1** Promena srednje godišnje temperature i količine padavina između 1951 i 2012

**Table 2.1** Changes of annual mean temperatures and precipitation between 1951 and 2012

	Hőmérséklet változás (°C) Promena temperature (°C) Temperature change (°C)	Csapadék változás (mm) Promena padavina (mm) Changes in precipitation (mm)
Novi Sad/Újvidék	0.92	50.4
Palić/Palics	0.987	49.9
Sombor/Zombor	1.82	34.0
Zrenjanin/Nagybecskerek	1.015	2.0
Kikinda/Nagykikinda	0.97	1.9
Vršac/ Versec	0.725	- 3.7
Sremska Mitrovica	0.775	- 44.3

többi vizsgált állomás esetében pozitív trend azonosítható. A legjelentősebb növekvő csapadékmennyiség Újvidék (Duna vízgyűjtő), a legnagyobb csökkenő trend pedig Sremska Mitrovica (Száva vízgyűjtő) esetében tapasztalható.

kod drugih stanica može uočiti pozitivan trend. Najznačajniji porast padavina se može primetiti kod Novog Sada (sliv Dunava), a najveći trend smanjenja kod Sremske Mitrovice (sliv Save).

#### A mintaterület geomorfológiai viszonyai

#### Geomorfolóške karakteristike istraženog područja

A projekt által érintett terület geomorfológiai szempontból két nagyobb részre osztható: nyugati felén a Duna egykori hordalékkúpja, míg keleten a Tisza ártéri területe található. A két terület keletkezését, korát és formáit tekintve is jelentősen különbözik, hisz a Duna-Tisza-közi hordalékkúpon ma a szél által kialakított futóhomok és löszös formák dominálnak, míg a Tisza mentén folyóvízi formákkal találkozhatunk (2.3. ábra).

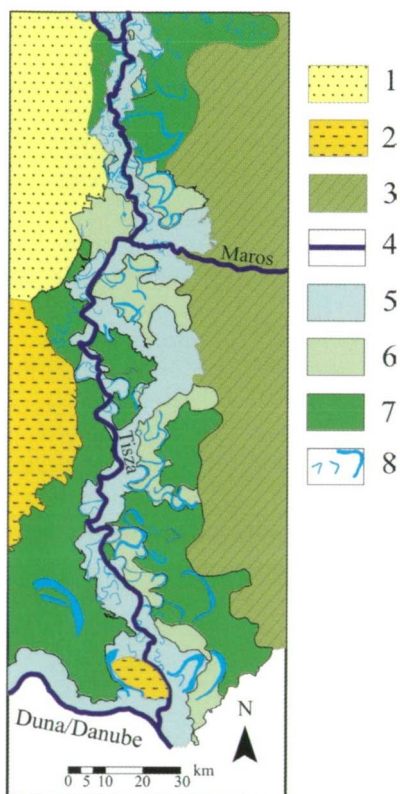
U smislu geomorfologije projektom obuhvaćeno područje može se podeliti na dve velike grupe: na zapadu su bivša fluvialni plavina Dunava, dok se na istoku nalazi plavno područje Tise. U pogledu doba formiranja i oblika oni se znatno razlikuju, jer na fluvialnoj plavini u međurečju Dunava i Tise dominiraju nevezani pesak oblikovan vetrovima i lesne forme, dok uz Tisu možemo naći rečne forme (Slika 2.3).

#### A Duna-Tisza-köz geomorfológiai viszonyai

#### Geomorfolóške karakteristike u međurečju Dunava i Tise

A Duna-Tisza-köze a Duna és nyugatról érkező mellékfolyóinak (pl. Sió, Sárvíz stb.) pleisztocén hordalékkúpjának tekinthető (Borsy 1977). A Szabadka–Palics–Ludas vonaltól északra a hordalékkúp északi részét futóhomok borítja (Kiskunság), míg a tavaktól délre Bácska löszös területét találjuk. Ennek megfelelően az északi és déli rész formakincse,

Međurečje Dunava i Tise može se smatrati fluvialnoj plavini Dunava i njegovih pritoka sa zapada (npr. Šio, Šarviz) pleistocene starosti (Borsy 1977). Severno od linije Subotica-Palić-Ludaš severni deo fluvialne plavine pokriva nevezani pesak (Kiškunšag), dok južno od jezera možemo naći lesno



**2.3. ábra** A magyar és a szerb terület geomorfológiai térképe  
1: hordalékkúp félígkötött futóhomokkal, 2: hordalékkúp lösszel, 3: hordalékkúp folyóvízi formákkal, 4: folyó, 5: legalacsonyabb, A-ártéri szint, 6: közepes magasságú B-ártéri szint, 7: legmagasabb, C-ártéri szint, 8: elhagyott medrek

**Slika 2.3** Geomorfološka karta mađarskog i srpskog područja  
1: fluvialna plavina sa delimično nevezanim peskom 2: fluvialna plavina sa lesom 3: fluvialna plavina sa rečnim formama 4: reka 5: niski nivo plavne ravni (A) 6: srednji nivo plavne ravni (B) 7: visoki nivo plavne ravni (C) 8: napuštena korita

**Fig. 2.3** The geomorphologic map of the Hungarian and Serbian areas along the River Tisza

1: alluvial fan with partially fixed blown sand 2: alluvial fan with loess 3: alluvial fan with fluvial forms 4: river 5: the lowest floodplain level (A) 6: the middle-height floodplain level (B) 7: the highest floodplain level (C) 8: abandoned riverbeds

talajai, növényzete és hidrológiai viszonyai is eltérők.

A pleisztocén kezdetétől a Duna a Visegrádi-szoróból kilépve délkelet felé folyt és fokozatosan építette a hordalékkúpját, kelet felé egyre vastagabb és kisebb szemcseméretű rétegeket rakva le (Sümeghy 1944). A fejlődéstörténetben fordulópontot jelentett, amikor a Duna-Tisza-közének középső része megemelkedett, miközben a Mohács környéki terület megsüllyedt. Ennek eredményeképpen a würm közepén vagy végén a Duna nyugatra tolódott és felvette mai észak-dél irányú futását, és kierodálta a Duna-menti síkságot (Sümeghy 1944, Bulla 1951, Pécsi 1967). A Duna nyugatra tevődésével a hordalékkúp elvesztette élő vízfolyásait, míg a Duna bevágódása eredményeképpen a hordalékkúp

područje Bačke. Skladno ovome različiti su oblici, zemljišta, vegetacija i hidrološke karakteristike severa i juga.

Od početka pleistocena Dunav je, izlazeći od Višegradske klisure, tekao jugoistočno i postepeno je gradio svoju fluvialnu plavinu prema istoku, obrazujući sve deblje slojeve od sve sitnijih čestica (Sümeghy 1944). U razvojnoj istoriji prekretnica je bila onda kada se podigao srednji deo međurečja Dunava i Tise, a u međuvremenuse spustilo područje okoline Mohača. Kao rezultat ovoga u sredini ili krajem virm glacijala Dunav se pomerio ka zapadu i krenuo danas poznatim severojužnim tokom i erodirao ravan kraj Dunava (Sümeghy 1944, Bulla 1951, Pécsi 1967). Pomeranjem Dunava ka zapadu fluvialna plavina izgubio je vodotoke

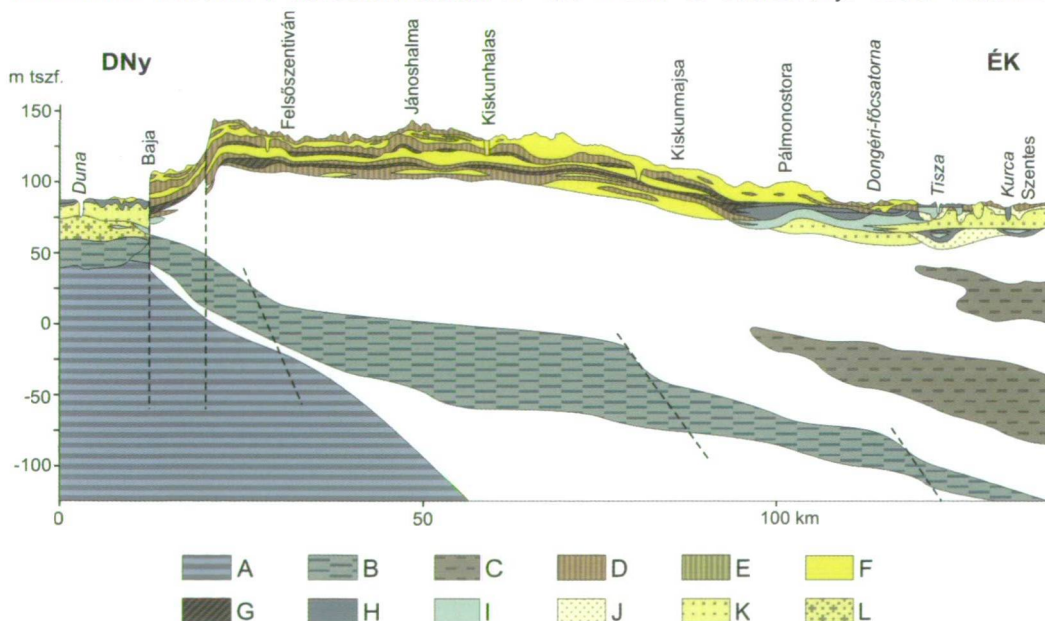


környezetéhez képest magasabbá vált. Így a hordalékkúp felszíni és felszín alatti vizekben szegényebbé vált, amit tovább fokozott, hogy ez a terület a Kárpát-medence legszárazabb területe. Ezen környezeti tényezők hatására a felszínen megindulhatott a futóhomok-mozgás és a löszképződés.

A szárazodás napjainkban is jelentkező problémája tehát egyrészt a terület felszínfejlődéséből ered, és abból, hogy a laza szerkezetű, vizet áteresztő eolikus üledékek aránya nagy a területen. Ugyanakkor a mélyebb fekvésű laposokban rossz vízelvezetésű rétegek, például mészszip, réti mészkő, és réti agyag képződött a bennük kialakuló szikes tavak és lassú patakok hatására (Molnár 1961). Ennek megfelelően a laposokban a 19-20. századi lecsapolások előtt mocsarak és nedves területek helyezkedtek el. Ezek a vízzáró réteggel rendelkező mélyedések a jövőben potenciális térszínei lehetnek a vízvisszatartásnak. A

i usekom Dunava postao je viši od okoline. Tako je fluvialna plavina postao siromašniji u površinskim i podzemnim vodama, što još pogoršava to što je ovo područje najsuvlje u celoj Panonskoj niziji. Kao uticaj ovih faktora na površini moglo je da se pokrene kretanje nevezanog peska i stvaranje lesa.

Problem aridifikacije, koji je prisutan i u današnje vreme, s jedne strane potiče od razvijanja površine, a sa druge strane od velikih razmera poroznog, vodopropustljivog eolskog sedimenta. U isto vreme u nižim depresijama zbog uticaja slatinastih jezera i sporih potoka formirali su se slojevi koji loše propuštaju vodu, kao npr. karbonatni mulj, livadska glina, livadske karbonatne konkrecije (Molnár 1961). Zbog ovoga su u depresijama pre odvodnjavanja u 19-20. veku bile močvare i vlažna područja. Ove depresije sa vododržljivim horizontima ubuduće mogu biti mesta za zadržavanje vode. Veštačko



2.4. ábra A Duna-Tisza-köz földtani metszete Baja és Szentes között (Mezősi 2011)

Slika 2.4 Geološki presek međurečja Dunava i Tise između Baje i Senteša (Mezősi 2011)

Fig. 2.4 The geological section of the Danube-Tisza Interfluve between Baja and Szentes (Mezősi 2011)

szárazodó terület mesterséges vízutánpótlását nehezíti, a felszínfejlődés azon sajátossága, hogy a hordalékkúp fokozatosan lejt kelet, azaz a Tisza mai vonala felé, míg nyugatról a Duna-menti sík majd 50-60 m-rel mélyebben helyezkedik el (2.4. ábra). Így nehézkes és drága lehet a Duna-Tisza-köz folyókból történő vízutánpótlása, hisz az gravitációsan nem megoldható.

### ***A Kiskunság futóhomok területe***

A Duna-Tisza közén az eolikus tevékenység a hordalékkúp épülésének megszűnésével kerülhetett előtérbe. Bár a pleisztocénben a homokmozgások nagy területeket érinthettek, nem tekinthetjük őket folyamatosnak, hiszen egymást váltották a hidegebb klímájú és gyér növényzetű, illetve az enyhébb éghajlatú és sűrűbb növényzetű időszakok, így az eolikus felszínformálás feltételei sem voltak minden korszakban egyaránt kedvezőek. Bizonyítottan jelentős homokmozgás zajlott le a felsőpleniglaciálisban (Gábris 2003), az utolsó glaciális maximumakor (Sümegi 1993), illetve az Idősebb és Fiatalabb Dryasban (Gábris 2003). A javuló klímájú és egyre sűrűbb növényzetűvé váló holocén időszak általában nem kedvezett futóhomokmozgásoknak. Azonban a holocén boreális fázisa meleg és száraz volt, a talajvízszint csökkent, az erdők visszahúzódtak, ami együtt ismét lehetővé tette az eolikus homokformálás előretörését a Duna-Tisza közén (Gábris 2003, Nyári és Kiss 2005). Az ember természet alakító tevékenységének következményeként a történeti időkben, például a késő bronzkorban, a 6-8 században, az Árpád-korban, a török hódoltság idején és a 18-19. században is történt homokmozgás (Lóki és Schweitzer 2001, Gábris 2003, Nyári és Kiss 2005, Antal 2010). Azonban ezek a formák jóval kisebbek, mint a korábbiak, hiszen a jelenlegi éghajlat már nem kedvezett a kiterjedt futóhomokmozgásoknak, így azok csak

snabdevanje vodom ove sušne teritorije otežava karakteristika fluvialne plavine da postepeno pada prema istoku, to jest ka sadašnjem toku Tise, a prema zapadu podunavska ravan se nalazi 50-60 m dublje (Slika 2.4). Ovakvo snabdevanje vodom međurečnog područja Dunava i Tise iz reka je teško i skupo jer ne može biti rešeno gravitaciono.

### ***Područje nevezanog peska u Kiškunšagu***

Eolski proces u međurečnom području Dunava i Tise primećen je sa prestankom stvaranja fluvialne plavine. Iako je u pleistocenu kretanje peska obuhvatilo velike teritorije, ne možemo ih smatrati stalnima, jer su se menjali periodi sa hladnijom klimom i redom vegetacijom i umerene klime sa gušćom vegetacijom. Stoga, uslovi eolskog formiranja površine nisu bili u svakom dobu jednako dobri. Dokazano je da se značajno kretanje peska odvijalo u gornjem pleniglacijalu (Gábris 2003), u maksimumu poslednjeg glacijala (Sümegi 1993), i u starom i mladom driasu (Gábris 2003). Poboljšanje klime i sve gušća vegetacija u holocenom periodu nije bilo povoljno za kretanje nevezanog peska. Međutim, u borealnoj fazi holocena bilo je toplo i suvo, podzemna voda se smanjila, šume su se povukle, i sve ovo zajedno opet je omogućilo napredak eolskog formiranja peska u međurečju Dunava i Tise (Gábris 2003, Nyári i Kiss 2005). Kao posledica čovekovog oblikovanja prirode u istorijsko doba, kao npr. u bronzano doba, u Arpadovo doba, za vreme turske vladavine, i u 18-19. veku desilo se kretanje peska (Lóki i Schweitzer 2001, Gábris 2003, Nyári i Kiss 2005, Antal 2010). Međutim, ove forme su mnogo manje od ranijih jer sadašnja klima nije povoljna za kretanje peska velikog prostranstva, i ovo



kisebb foltokban valósulhattak meg (Borsy 1977). Ugyanakkor a történelmi idők homokmozgásai arra is utalnak, hogy ha a megsérül a növényzet, vagy a szárazodás miatt alászáll a talajvíz szintje, akkor a magasabb, csupasz térszíneken a jövőben is bekövetkezhet homokmozgás.

A Duna-Tisza-közének hatalmas területe jellemez a mozaikos formakincs, mivel a formák kialakulását számos helyi tényező (pl. domborzat, talajvíz mélysége, növényzet jellege, homokmozgás időtartama) is befolyásolta. A homokformák az ÉNy-i széliránynak megfelelően északnyugat-délkeleti irányba rendeződtek úgy, hogy a pozitív formák szigetszerűen csoportokat alkotnak, míg körülöttük kiterjedt deflációs laposok és mélyedések találhatók.

A Duna-Tisza-közén a szélbarázdá-garmada-maradékgerinc formacsoport tagjai a leggyakoribbak (Borsy 1977). A szélbarázdák a felszínbe vájt, a szélirányba 20-500 m hosszan elnyúló ovális mélyedések, amelyek szélessége (25-200 m) az oldalait stabilizáló növényzet sűrűségétől függ. A szélbarázdák általában sekély (kb. 1,5 m) formák, mélységük csak a nagyon alacsony talajvízszintű területeken lehet nagyobb (max. 8 m). A löszös köpenyvel fedett területeken akár 1 km hosszúságú szélbarázdák is előfordulhatnak. A teljes Duna-Tisza közén gyakori jelenség, hogy a szélbarázdák végéhez nem kapcsolódik garmada, inkább a szélbarázdák láncszemekhez hasonlóan követik egymást.

A szélbarázdákhoz hasonló formák a jóval nagyobb, de szintén kifúvással keletkezett deflációs laposok. Nagy méretük miatt (hossz: 5-8 km, szélesség: 1-2 km) aljzatukban kisebb formák, illetve parabolabuckák fejlődhettek ki. A deflációs laposokat nagy méretük és ÉNy-DK-i irányuk miatt korábban egykori Duna-ágaknak tartották, azonban a Duna folyami üledékei jóval mélyebben helyezkednek (Miháltz 1953, Molnár 1961). A maradékge-

je moglo da se realizuje samo na manjim površinama (Borsy 1977). Kretanje peska u istorijsko doba pokazuje da, ako se uništava vegetacija, ili se zbog sušenja spusti nivo podzemne vode, onda na višim pustim površinama i ubuduće može doći do kretanja peska.

Veliku teritoriju međurečja Dunava i Tise karakterišu mozaične forme, jer na razvijanje forme utiču razni lokalni faktori (npr. reljef, dubina podzemne vode, vrsta vegetacije, rok kretanja peska). Peščane forme zbog severozapadnog vetra uređuju se u smeru severozapad-jugoistok, tako da se pozitivne forme grupišu kao ostrva, dok se u okolini mogu naći obimne deflacione depresije i udubljenja.

U međurečju Dunava i Tise najčešće su grupne forme izduvina-brežuljak-rezidualni greben (Borsy 1977). Izduvine su u površinu ukopana ovalna udubljenja u pravcu vetra, duge 20-500 m, čija širina (25-200m) zavisi od gustoće vegetacije koja stabilizuje kosine. Izduvine su obične plitke forme (oko 1,5 m), a njihova dubina može da bude veća (max. 8 m) samo na onim mestima gde je nivo podzemne vode nizak. Na područjima sa lesnim pokrivačem mogu se naći izduvine duge 1 km. Na celoj teritoriji međurečja Dunava i Tise česta je pojava da se na kraj izduvine ne vezuje brežuljak, već izduvine kao lanac slede jedna drugu.

Deflacione depresije su forme slične izduvinama, mnogo su veće i nastale su isto izduvanjem. Zbog znatne veličine (dužina 5-8 km, širina 1-2 km) u podlogu su se mogle formirati manje forme, odnosno parabolične dine. Deflacione depresije zbog veličine i severozapadno-jugoistočnog pravca ranije su smatrane bivšim tokom Dunava, ali rečni sedimenti Dunava se nalaze mnogo dublje (Miháltz 1953, Molnár 1961). Rezidualni grebeni opstali su među izduvinama, i označavaju bivšu visinu

rincek a szélbarázdák között maradtak fenn, s mintegy jelzik az eredeti felszín magasságát. A maradékerincek hossza 10-300 m között változik.

A szélbarázdából kifújt homok félhold alakú garmadába rendeződhet, amelyek magassága átlagosan 2-8 m, de nagyobb akkumulációs mezőkön a 15-18 m-es garmadák sem ritkák (Borsy 1977). A garmadák is alkothatnak egymás mögé rendeződve garmadasorokat. A Dunna-Tisza-köz jellegzetessége, hogy a garmadák összetömrülve ún. akkumulációs mezőket alkotnak, amelyek a lapos környezetből szigetyszerűen emelkednek ki. Ezek a kiemelt térszíneken – ha a gyér növényzetük megsérül – könnyen elindulhat a futóhomok mozgása. A szélbarázdákból kifújt homokanyag nagy területen szét is terülhetett, így homokleplek jöttek létre. Ezek viszonylag vékony (0,5-2 m) homok-felhalmozódások, amelyek nagy területeket fedhettek be.

Esetenként a garmadákat tovább hajtották az erős szelek, és összeolvadva parabolabuckákat alkottak. Mivel a parabolák szarait a növényzet stabilizálni tudta, a száraz megkötődtek, miközben a szelek a magasabb (max. 20 m), és így szárazabb homokanyagú fejet tovább szállították. Így a parabolabucka csúcscsúcsa gyorsabban haladt előre és hajtószzerű parabolabuckák jöttek létre.

### **Bácska löszös területe**

A Bácska löszös hátnak csak az északi része esik Magyarország területére, döntő hányada Szerbiában található. Felszínét több méter vastag lösz borítja, amely dél felé fokozatosan vastagodik. Ez a löszös réteg gyakran keveredik – főleg az északi peremek mentén – futóhomokkal, illetve a futóhomok-formákat vékonyan beborítja (Pécsi 1967).

Bácskában a lösz képződése a pleisztocén elejétől indult meg, és a jégkorszak végéig tartott, és közel 20 m vastagságú löszsorozatot

površine. Dužina rezidualnih grebena varira između 10 i 300 m.

Pesak izduvan iz izduvina može da se slaže u brežuljke u obliku polumeseca, čija visina je u proseku 2-8 m, ali na većim akumulacionim poljima nisu retki brežuljci visoki 15-18 m (Borsy 1977). I brežuljci mogu slediti jedan drugi i formirati red brežuljaka. Karakteristika međurečja Dunava i Tise jeste ta da se brežuljci zbijaju i formiraju tzv. akumulaciona polja koja se od niže okoline izdvajaju kao ostrva. Ako se retka vegetacija ošteti na ovim mestima, može lako da krene nevezani pesak. Pesak izduvan iz izduvina može da se proširi na velike teritorije, i tako se formiraju peščani pokrovi. Ovo su relativne tanke (0,5-2 m) akumulacije peska koje mogu da pokriju veliko područje.

U nekim slučajevima jaki vetrovi pomeraju brežuljke, koji se stapaju stvarajući parabolične dine. Pošto je vegetacija mogla da stabilizuje parabolični krak, taj deo se učvrstio, dok su vetrovi mogli da odnesu suvlji pesak sa višeg (max 20 m) dela parabole. Vrh parabolične dine se brže pomerio napred, i tako su se formirale parabolične dine u obliku ukosnice.

### **Lesno područje Bačke**

Samo severni deo lesnog platoa Bačke pripada području Mađarske, a najveći deo se nalazi u Srbiji. Površinu pokriva više metara duboki les koji se prema jugu postepeno podebljava. Ovaj lesni plato često se meša - naročito kraj severne ivice - sa nevezanim peskom, ili tanko pokriva forme nevezanog peska (Pécsi 1967).

Formiranje lesa u Bačkoj krenulo je početkom pleistocena, trajalo je do kraja ledenog doba i rezultiralo skoro 20 m dubokom lesnom serijom (Marković et al. 2008). Les su u Bačku nosili severni vetrovi



eredményezett (Markovic et al. 2008). A lösz Bácskában északias szelek szállították távolabbi, igen változatos jellegű forrásvidékekről. Típusos löszök a magasabb térszíneken találhatóak (pl. Titeli löszplató), míg löszszerű üledékeket találunk a völgyekben, ártereken és a hegyvidéki területek (pl. Fruška Gora) lábánál. A Vajdaságban összesen hat kiemelt löszplató található, egymástól elszigetelten, ebből a mintaterületen kettő fordul elő.

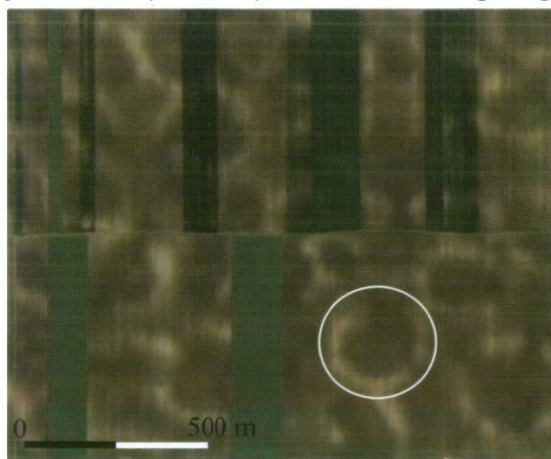
A löszös területekre általában jellemző, hogy mivel a lösz lerakódásakor kiegyenlíti a felszín szintkülönbségeit, a löszképződést követően közel sík, egyenletes felszín jött létre. Ezt a felszínt szabdalták fel a Tisza felé futó, ÉNy-DK irányba haladó vízfolyások, amelyek széles völgytalpú, sekély völgyeket alakítottak ki. Ezekben – a Duna-Tisza-köz északi részéhez hasonlóan – rossz vízáteresztő-képességű iszapos és réti mészköves rétegek jöttek létre, így a völgyek időszakosan alkalmasak a felszíni víztározásra.

A lösz lepusztulásában alapvető szerepe van a kvarcsezemcséket cementáló mészkő oldódásának, illetve a kvarcsezemcsék elszállítódásának. A folyamat eredményeként a sík felszíneken tal alakú löszdolinák jöttek létre (2.5. ábra).

sa najrazličitijih izvorišta. Tipičan les može da se nađe na višim mestima (Titelski plato), dok lesne sedimente možemo naći u dolinama, plavnim područjima, u podnožju planina (npr. Fruška gora). U Vojvodini se može naći šest lesnih platoa, koji su izolovani jedan od drugog, a dva od njih se nalaze na istraživanom području.

Za lesna područja je karakterično da je skoro ravna, izjednačena površina nastala nakon formiranja lesa zbog činjenice da les navejavanjem ravna visinske razlike. U ovu površinu su se usekli vodotoci koji teku u pravcu severozapad-jugoistok prema Tisi, stvarajući plitke doline sa širokim dnom. U ovim dolinama, slično onima na severnom delu međurečja Dunava i Tise, formirali su se muljni i livadsko karbonatni horizonti, koji loše propuštaju vodu i sposobni su za privremenu akumulaciju površinske vode.

Rastvaranje kreča koji cementira kvarcne čestice i transportacija kvarcne čestice igra glavnu ulogu u eroziji lesa. Kao rezultat ovog procesa nastale su lesne doline u obliku činije (Slika 2.5). Ove lesne doline su 1-2 m duboke, ali njihova širina može da bude i 200-400 m. Zbog obogaćenja čestica muljnih



2.5. ábra Légi fotón a löszdolinák peremeit világos, gyűrű alakú foltok jelölik  
Slika 2.5 Na vazдушnom snimku rub lesne doline označava svetla, prstenasta tačka.  
Fig. 2.5 The border of the loess dolines are lighter, ring-shaped spots

Ezek a löszdolinák 1-2 m mélyek, de szélességük elérheti a 200-400 métert is. Az aljukon feldúsuló iszap-agyag szemcsék miatt tavasszal környezetüknél nedvesebb térszínekként jelennek meg. A löszplatók (pl. Titel) meredek peremmel ereszkednek a környező, rendszerint ártéri területek felé. A meredek peremek mentén 5-6 m mély, 1-2 m átmérőjű, meredek falú löszkutakat találhatunk (2.6. ábra). A löszkutak kialakító víz

szupstanci na dnu u proleće postaju vlažnije površine od okoline. Lesni platoi (npr. Titel) obično se sa strmim padinama puštaju dole prema plavnim područjima. Uz strme rubove nalaze se 5-6 m duboki i 1-2 m široki lesni bunari (Slika 2.6). Voda koja formira lesne bunare curi kroz površinu, razblažuje kreč i ispira kvarcne čestice. Pošto na rubovima voda lako može da izlazi na površinu, ove



**2.6. ábra** A löszkút keskeny és igen mély forma a kiemelt felszínnek peremén

**Slika 2.6** Lesni bunar je uska i dosta duboka forma na rubu izdvojenih područja

**Fig. 2.6** The loess well is a narrow and rather deep form at the edge of elevated surfaces

a felszínen beszívárog, miközben oldja a meszet és magával sodorja a kvarc-szemcséket. Mivel a peremeken a víz könnyen a felszínre juthat, ezek a formák viszonylag gyorsan kialakulhatnak, de gyorsan be is omolhatnak.

#### **Az Alsó-Tisza-vidék geomorfológiai viszonyai**

Az Alsó-Tisza mentén a Duna és a Maros hordalékkúpjai közötti keskeny (10-30 km) sávban volt csak lehetőség az ártérképződésre, majd ez az ártéri felszín a Tisza bevágódásával tovább szűkült (4-10 km). Az itt zajló fluvialis folyamatokat elsősorban a terület intenzív vagy kevésbé gyors, de folyamatos süllyedése irányította, illetve a folyamatokat befolyásolták a folyók folyamatosan válto-

forme se relativno lako stvaraju, a isto tako brzo mogu i da se sruše.

#### **Geomorfološke karakteristike regije donje Tise**

Uz Donju Tisu samo na uskom pojasu (10-30 km) između fluvijalne plavine Dunava i Moriša postojali su uslovi za stvaranje plavne ravni, a zatim je površina plavne ravni još više sužena (4-10 km) sa usekom Tise. Fluvijalne procese u ovom kraju je kontrolisalo, ponekad intenzivno, ponekad manje brzo, ali konstantno, spuštanje područja. Na procese je još uticalo i stalno menjanje karakteristike transporta vode i sedimenta reke. Pored toga, ušće reke Moriš u poslednjih 19000 godina neprekidno se premeštalo između



zó víz- és hordalékszállítási tulajdonságai is. Ráadásul a Maros torkolatvidéke az elmúlt kb. 19 ezer évben Szarvas és Novo Milosevo-Nagykikinda között folyamatosan áttevődött, ami jelentősen befolyásolhatta a torkolat feletti és alatti Tisza szakasz dinamikáját (Kiss et al. 2014).

A ciklikus süllyedés miatt az Alsó-Tisza-vidék területe jelentősen feltöltődött, a pleisztocén rétegek vastagsága eléri az 500-600 m-t (Miháltz 1967, Rónai 1985), miközben a Tisza árteret épített a Duna és a Maros hordalék-kúpjai közé ékelődve. Azonban az ártér-épülés nem volt zavartalan, mivel a tektonikus tevékenység, a klíma és a vegetáció folyamatosan befolyásolta a víz- és hordalékszállítást, ami időnként bevágódást eredményezett. A folyamatok eredményeképpen a Tisza mentén összesen három ártéri szint keletkezett, melyek közül a legalsó tengelyében folyik ma a Tisza. Ez, a szárazodás szempontjából kedvezőtlennek tekinthető, hiszen a Tisza vize a magasabb térszínekre csak szivattyúzással emelhető fel. Ugyanakkor a különböző szinteken kialakult, agyagos aljú paleo-medrek kiváló víztározó funkciót tölthetnek be, hiszen bennük az esővíz vagy a talajvíz hosszabb ideig is elraktározható.

A legidősebb ártéri felszín (C-szint) a nyugati oldalon csaknem folyamatosan követhető, míg a keleti oldalon a Maros hordalékkúpjá részben eltemette. Ez az ártér a pleisztocén végén volt aktív ártere a Tiszának, hiszen az itt lévő paleo-medrek megközelítőleg 10-18 ezer éve voltak aktívak (Kiss et al. 2013, 2014). Ezek a medrek hatalmas méretűek voltak ( $L=6-14$  km /ívhossz/,  $H=5-12$  km /húrhossz/), ami arra utal, hogy ekkortájt a Tisza igen jelentős vízhozammal rendelkezett ( $Q_b=12-15$  ezer  $m^3/s$  /mederkitöltő vízhozam/). A nagy vízhozamhoz már a betorkolló Maros is hozzájárult, hiszen ekkortájt a Maros az Alsó-Tisza vidék északi és középső részén csatlakozhatott a Tiszához.

Sarvaša i Novog Miloševa – Kikinde, što je moglo znatno da utiče na dinamiku deonice Tise iznad i ispod ušća (Kiss et al. 2014).

Zbog cikličnog spuštanja područje Donja Tisa značajno se napunilo, a širina sloja iz pleistocena može da dostigne i 500-600 m (Miháltz 1967, Rónai 1985), dok je u međuvremenu Tisa izgradila plavnu ravan između fluvialne plavine Dunava i Moriša. Ali stvaranje plavnog zemljišta nije bilo nesmetano, jer su tektoničke aktivnosti, klima i vegetacija stalno uticali na transport vode i sedimenta što je ponekad prouzrokovalo zasek. Kao rezultat ovih procesa stvorila su se ukupno tri nivoa plavne ravni od kojih Tisa sada teče u osovini skroz donjeg nivoa. To je u pogledu aridifikacije nepovoljno, jer je samo pumpanjem moguće dovesti vodu na više predele. Međutim, u raznim nivoima formirana paleo-korita sa glinastim dnom mogu izvanredno da funkcionišu za akumulaciju vode, jer u njima mogu dugotrajno da se skladište podzemna voda i kišnica.

Najviša površina plavne ravni (nivo C) na zapadnoj strani može da se prati neprekidno, dok ga je na istočnoj strani fluvialna plavina Moriša delimično pokrio. Ovo plavno zemljište Tise bilo je aktivno na kraju pleistocena, jer su ova paleo-korita bila aktivna pre blizu 10000-18000 godina (Kiss et al. 2013, 2014). Ova korita su bila ogromnih dimenzija ( $L=6-14$  km,  $H=5-12$  km), što pokazuje da je u to vreme Tisa imala veliki protok vode ( $Q_b=12-15$  hiljada  $m^3/s$ ). U velikom protoku vode igrao je ulogu i Moriš, koji se verovatno ulivao u Tisu u severnom ili srednjem delu regiona Donje Tise.

Useka srednjeg nivoa (B) plavne ravni dešavala se na granici pleistocena i holocena (Kiss et al. 2013). Ovaj nivo nalazi se 1-2,5 metara niže od nivoa C, i ide skoro paralelno s njim. Paleo-korita, koja se nalaze na ovom području (npr. Deska, Novi Bečej), nastala su pre 8000-10000 godina, na početku

A középső ártéri (B) szint bevágódása a pleisztocén és a holocén határán ment végbe (Kiss et al. 2013). Ez a szint a C-szintnél 1-2,5 m-rel alacsonyabban helyezkedik el, azzal közel párhuzamosan fut. Az ennek felszínén található paleo-medrek (pl. Deszk, Törökbecse határában) 8-10 ezer éve jöttek létre, a holocén kezdetén. A meanderek mérete ( $R_c = 3-4$  km /görbületi sugár/,  $L = 7-12$  km,  $H = 5-7$  km) némileg kisebb, mint az idősebb medreké, de továbbra is igen jelentős vízhozamra utalnak ( $Q_b = 11-13$  ezer  $m^3$ ). A nagy vízhozamhoz hozzájárulhatott az is, hogy ekkor a Maros is nagy vízhozamú volt (Kiss et al. 2013), és Hómezővásárhelynél torkollott a Hód-tavi paleo-mederbe.

A legalsó, A-szint kialakulása a boreális fázis végén vagy az atlantikus fázis elején indult meg (kb. 7-8 ezer éve), amelynek eredményeképpen kialakult a Tisza aktív ártere, amelyet a 19. századi szabályozások és ármentesítések előtt még évente elöntött. Az Alsó-Tisza vidék északi felében még csak 3,7-4,8 m-rel mélyebben helyezkedik el, mint az ármentes C-szint, de a dunai torkolatánál már 6,3-7,5 méterrel mélyebb. Ez arra enged következtetni, hogy a bevágódás alulról felfelé indult el. Az ezen az ártéri szinten lévő medrek mérete már jóval kisebb ( $R_c = 0,3-1$  km,  $L = 1,5-5$  km,  $H = 1,5-2$  km), ami arra utal, hogy a Tisza mederkitöltő vízhozama 2-4 ezer  $m^3/s$ -ra csökkent. A legkisebb medrek közelebb vannak a Tisza mai futásához, és csupán 1-2 ezer évesek. Nagyobb árvizek alkalmával a Tisza menti központi sávban a meder gyors áthelyeződése könnyen végbemehetett, amit bizonyít a  $1,0 \pm 0,1$  ezer éve, és a magyarországi Mindszent mellett  $360 \pm 40$  évvel ezelőtt bekövetkezett avulzió is (Hernesz és Kiss 2013). A Törökbecsétől északabbra lévő kisméretű medrek meglelte azzal is magyarázható, hogy a holocén során a Maros folyásiránya jelentősen átrendeződött, hiszen kb. 8 ezer éve délre tevődött át, így torkolata a mai torkolattól

holocena. Dimenzije meandera ( $R_c = 3-4$  km,  $L = 7-12$  km,  $H = 5-7$  km) su malo manje od starijih meandera, ali i dalje ukazuju na obimne protoke ( $Q_b = 11-13$  hiljada  $m^3$ ). Velikom protoku doprineo je i Moriš, koji je u to vreme imao takođe veliki protok (Kiss et al. 2013), i ulivao se u paleo-korita jezera Hod kod Hodmezevašarhelja.

Formiranje niskog, A nivoa započeto je krajem borealne faze ili početkom atlantičke faze (pre oko 7000-8000 godina), i kao rezultat stvorila se aktivna plavna ravan Tise, koju je Tisa plavila svake godine pre regulacije toka i radova na zaštiti od poplava u 19. veku. Nivo A u severnom delu regije Donje Tise nalazi se samo 3,7-4,8 m dublje od nivoa B, ali kod ušća u Dunav već dublje od 6,3-7,5 metara. Konsekvencija ovog divergentnog toka je da je usek krenuo od dole prema gore. Korita su na ovim nivoima plavnog zemljišta mnogo manja ( $R_c = 0,3-1$  km,  $L = 1,5-5$  km,  $H = 1,5-2$  km), što pokazuje da se proticaj punog korita smanjio na 2-4 000  $m^3/s$ . Najmanja korita su bliže današnjem toku Tise i stara su oko 1000-2000 godina. Tokom velikih poplava brzo premeštanje korita u srednjem pojasu Tise lako se odvijalo, što dokazuje avulzija u srpskom delu pre  $1,0 \pm 0,1$  hiljada godina i u blizini Mindsenta pre 36040 godine (Hernesz i Kiss 2013). Postajanje manjih korita severnije od 60 km može se objasniti i time da se u doba holocena tok Moriša znatno preuredio, pošto se pre oko 8000 godina premestio južno od sadašnjeg ušća, i bio je oko 60 km niže, u okolini Novog Miloševa i Kikinde, i postepeno se pomerio ka severu. Povećani pad i veliki protok vode igrao je ulogu u proširenju plavne ravni kraj Tise na srpskom delu.

## Zemljišta

Istraživano područje je veoma raznovrsno u pogledu tipa zemljišta kao i fizičkih



60 km-rel délebbre, Novo Milosevo-Kikinda környékén lehetett, majd fokozatosan egyre északabbra tolódott. A megnövekedett esés és a nagy vízhozam szerepet játszott a Tisza menti alacsonyabb ártér szerbiai részének kiszélesítésében.

## Talaj

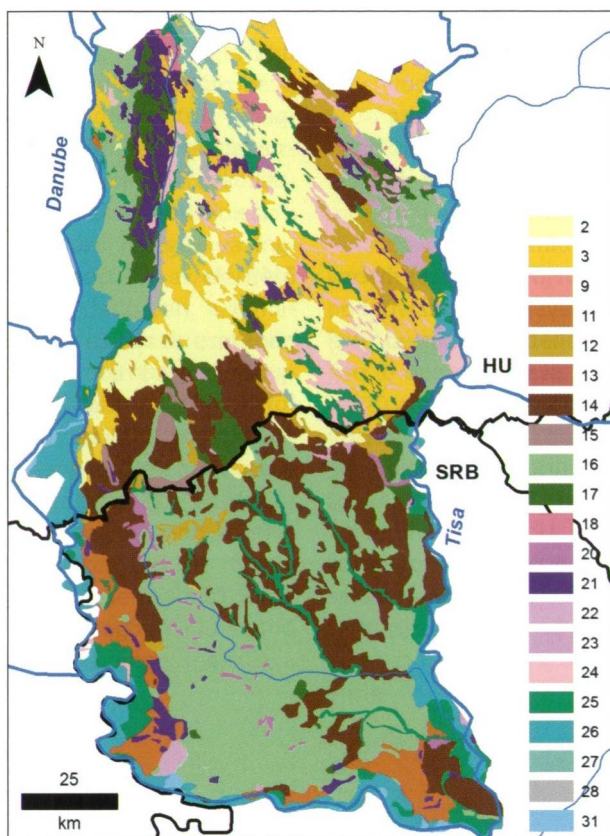
A vizsgált terület mind talajtípusát, mind az előforduló talajok fizikai, vízgazdálkodási típusait illetően igen változatos. Domináns talajtípusának a csernozjom talajokat, ill. különböző változatait tekinthetjük a magyar (32,91%) és szerb (77,87 %) területeken egyaránt. A terület egészét tekintve e főtípus 62,46%-ban fordul elő. Ezen főtípuson belül az altípusok széles skálájával találkozunk, melyek közül a mintaterület egészét tekintve az alföldi mészlepedékes csernozjomok és a réti csernozjomok fordulnak elő legnagyobb arányban (2.7. ábra).

A csernozjom talajok közös jellemzőjének tekinthetjük a humuszanyagok felhalmozódását, a morzsás szerkezetet, valamint a kalciummal telített talajoldat kétirányú mozgását. A humuszos szint mélysége területenként és vízhatásonként nagy változatosságot mutat. A kedvező talajképződési folyamatok eredményeként előálló morzsás szerkezet jó víz- és tápanyag-gazdálkodást biztosít a talaj számára. A talaj vízgazdálkodási jellemzői igen jók. Az e típusba tartozó, általában löszön képződött talajok fizikai félesége vályog, agyagos vályog, s jellemző vízgazdálkodási kategóriájuk szerint jó vagy közepes víznyelő képességű, jó víztartó képességű talajok. A víznyelés jellemző értékei 70-150 mm/óra között változnak, a hidraulikus vezetőképesség pedig 0,4-40 mm/óra között alakul. A kilúgozódási folyamatok eredményeként a felső talajszintből való karbonát kilúgozódás tapasztalható, ami a felső talajszintben a mésztartalom csökkenését idézi elő. A magas karbonát tartalom

tipova i upravljanja vodom. Dominantan je černoziem i njegove varijacije u oba područja u Mađarskoj (33,91%) i u Srbiji (77,87%). Proporcija ovog glavnog tipa na celom području je 62,46%. Nalazimo širok spektar podtipova od kojih su na istraživanom području najčešći karbonatni černoziem i ritske crnice (Slika 2.7).

Zajednička karakteristika černoziemskih zemljišta je akumulacija humusnih supstanci, mrvičasta struktura, zatim dvosmerno kretanje otopina tla zasićenih kalcijumom. Dubina humusnog horizonta pokazuje veliku raznovrsnost na pojedinim područjima zavisno od uticaja vode. Mrvičasta struktura kao rezultat povoljnih formiranja zemljišta osigurava zemljištu dobre uslove za korišćenje vode i hranljivih materija. Karakteristike zemljišta u pogledu upravljanja vodom su veoma dobra. Fizička pojava ovih uglavnom na lesu formiranih zemljišta su ilovača i glinasta ilovača, a po kategoriji upravljanja vodom imaju dobru ili srednju apsorpcioni kapacitet i veliki kapacitet zadržanja vode. Karakteristike vrednosti apsorpcije vode se kreću se između 70-150 mm/sat, a hidraulična provodljivost je između 0,4-40 mm/sat. Kao rezultat izluženja u gornjem sloju zemljišta može se opaziti izluženje karbonata što prouzrokuje smanjenje sastava kreča u gornjim slojevima zemljišta. Usled visoke koncentracije karbonata, ova zemljišta raspolažu izvanrednim kiselobazne i amortizirajućim kapacitetima.

Kao uzrok posledica procesa formiranja zemljišta dolazi i do formiranja raznih podtipova. Na celom istraživanom području 19% su karbonatni černoziem. Kako i naziv ukazuje, u proseku se na između 30-70 cm nalazi krečni plak (sloj), koji pokriva strukturne elemente zemljišta kao membrana. Zbog izvanredne plodnosti ova zemljišta pripadaju glavnim područjima poljoprivrede. Kao rezultat toga, struktura



**2.7. ábra** A vizsgált terület talajtípusai

2. Futóhomok; 3. Humuszos homokos talajok; 9. Barnaföldek; 11. Csernozjom-barna erdőtalajok; 12. Csernozjom jellegű homoktalajok; 13. Mészlepedékes csernozjomok; 14. Alföldi mészlepedékes csernozjomok; 15. Mélyben sós alföldi mészlepedékes; csernozjomok; 16. Réti csernozjomok; 17. Mélyben sós réti csernozjomok; 18. Mélyben szolonyeces réti csernozjomok; 20. Szoloncsákok; 21. Szoloncsák-szolonyecsek; 22. Réti szolonyecsek; 23. Sztyeppesedő réti szolonyecsek; 24. Szolonyeces réti talajok; 25. Réti talajok; 26. Réti öntéstalajok; 27. Lápos réti talajok; 28. Síkláp talajok; 31. Fiatal, nyers öntéstalajok

**Slika 2.7** Tipovi zemljišta na istraživanom području

2. Nevezani pesak; 3. Humusna peskovita zemljišt; 9. Smeđa zemljišta; 11. Černozem gajnjače; 12. Černozemna peskovita zemljišta; 13. Nizijski karbonatni černozem; 15. Nizijski karbonatni černozem sa slatinastim slojem; 16. Ritska crnica; 17. Ritska crnica za slatinasti slojem; 18. Ritska crnica sa solonjecnim slojem; 20. Solončak; 21. Solončak-solonjec; 22. Ritski solonjec; 23. Stepski ritski solonjec; 24. Solonjecna ritska zemljišta; 25. Ritska zemljišta; 26. Aluvialna ritska zemljišta; 27. Močvarna ritska zemljišta; 28. Ravna močvarna zemljišta; 31. Mlada surova aluvialna zemljišta

**Fig. 2.7** Soil types of the study area

2. Blown sand; 3. Humic sandy soils; 9. Brown earths; 11. Chernozem-brown forest soils; 12. Chernozem type sandy soils; 13. Calcareous chernozem; 14. Calcareous chernozem of the Great Plain; 15. Calcareous chernozem with saline subsoil; 16. Meadow chernozem; 17. Meadow chernozem with saline subsoil; 18. Solonetzic meadow chernozem; 20: Solontsak ; 21: Solontsak-solonetz; 22: Meadow solonets; 23: Steppe meadow solonets; 24: Solonetzic meadow soils; 25: Meadow soils; 26: Alluvial meadow soils; 27: Marshy meadow soils; 28: Low moor soils; 31: Young alluvial soils



hatásaként e talajok kiváló sav-bázis és környezeti pufferkapacitással (tompítóképességgel) rendelkeznek.

A talajképződési folyamatokban tapasztalható eltérések következtében különböző altípusok alakultak ki. A vizsgált terület egészét tekintve 19%-ot a mészlepedékes csernozjom talajok foglalnak el. Az elnevezés utal az általában 30-70 cm között tapasztalható mészlepedékre, melyek a talaj szerkezeti elemeit hártaként borítja be. A kiváló termőképességi adottságok következtében e talajok a mezőgazdasági művelés fő területeihez tartoznak. Ennek eredményeként a szántott réteg ( $A_{sz}$ ) leromlott szerkezetű, apró, morzsás, elporosodott és az alján tömörödöttebb réteg alakul (eketalp) ki a hosszas művelés hatására. Az eketalp réteg jelentős negatív hatással van e talajok vízvezető képességére, mivel a vízvezetés sebességét nagymértékben lassítja ill. akadályozhatja. A feltalaj kémhatása semleges vagy gyengén lúgos, humusztartalma 3-4 %. Az A szint sötétbarna, humusztartalma a szinten belül állandó. Az alatta lévő B-szintbe való átmenet fokozatos, a szervesanyag tartalom folyamatosan csökken. Ennek megfelelően világosodik a színe és növekszik a szénsavas mésztartalom. Vízgazdálkodásuk igen jó, hiszen minden szintjének kiváló a vízáteresztő és víztároló képessége, kivéve a túlművelt  $A_{sz}$  szintet, ill. az eketalp réteg mélységét.

A réti csernozjom talajok a mintaterületen mintegy 34%-ot tesznek ki. A többi csernozjom típustól a talajképződési folyamatokra ható gyenge vízhatás különbözteti meg. A levegőtlenség következtében részben az A szintben, részben a talajképző kőzetben rozsdás foltok, vasszeplők jelentkeznek. A humuszos szint barnás-fekete, fekete, a szintek közötti átmenet élesen elkülönül. A vízhatás a szerves anyag minőségét is befolyásolja, mert a talaj szerves anyagának egy része vashoz kötött huminsav alakjában van jelen. A kicserélhető kationok között a kalcium az uralkodó, de a

oranog sloja ( $A_{sz}$ ) je degradirana, sitna, mrvičasta, prašinasta i zbog prekulturniranja dna dolazi do formiranja tvrdog sloja (plužni taban). Horizont plužnog tabana ima značajan negativni uticaj na apsorpciju vode, jer znatno smanjuje brzinu apsorpcije ili čak može to da spreči. Gornji horizont je pH neutralan ili slabo alkalen, sadržaj humusa je 3-4%. Nivo A je tamno smeđe boje i sadržaj humusa je konstantan. Prelaz u donji B nivo je postepen, uz postepeno smanjenje sadržaja organske supstance. Zbog toga je boja svetlija i povećava se sadržaj ugljeno kiselog kreča. Upravljanje vodom je veoma dobro, jer svaki sloj ima odličnu apsorpciju i kapacitet zadržavanja vode, izuzev prekulturniranog  $A_{sz}$  nivoa i u horizontu dubini pluga.

Livadske crnice čine 34% na istraživanom području. Razlika od drugih černozema je u slabom uticaju vode tokom formiranja zemljišta. Zbog nedostatka vazduha pojavljuju se rđave tačke, železne pege, delimično u nivou A i delimično u stenama koje su formirale zemljište. Humusni nivo je smeđe crni, crn, prelaz između slojeva se oštro razdeljuje. Uticaj vode utiče i na kvalitet organske supstance, jer je deo organske supstance u zemljištu prisutan kao humuska kiselina vezana za gvožđe. Među izmenjivim katjonima preovladava kalcijum, a ni broj izmenjivog magnezijuma nije zanemarljiv. U ovim tipovima zemljišta podzemne vode se nalaze prosečno na 4m dubine ili ponekad malo više. Zbog toga upravljanje vodom u jednom delu godine karakteriše kretanje podzemne vode ka površini. U ranom prolećnom periodu mogu biti prekomerno vlažne.

Zahvaljujući raznim tipovima zemljišta peščara u međurečju Dunava i Tise, otprilike jednu trećinu mađarskog dela čine peskovita zemljišta (nevezani pesak, humusna peskovita zemljišta, zatim černozemna

kicserélhető magnézium értéke sem elhanyagolható. E talajtípus alatt a talajvíz általában 4 m körüli mélységben vagy valamivel feljebb található. Vízgazdálkodása éppen ezért az év egy részében a talajvíz felszín felé áramlásával jellemezhető. Kora tavaszi időszakban túlnedvesedésre hajlamos.

A Duna–Tisza közti homokhátság talajtípusainak köszönhetően a magyar egység közel harmadát homokos talajok (futóhomok, humusz homokos talajok, valamint csernozjom jellegű homoktalajok) teszik ki, megközelítve a csernozjom talajok kiterjedését. A szerbiai területeken ez a talajtípus ugyanakkor igen kis arányt képvisel, mindösszesen kb. 2,5%-ban fordul elő. A vizsgálati terület egészét tekintve a homoktalajok aránya kb. 20%.

A futóhomok és humuszos homoktalajok a váztalajok főtípusba tartoznak. Jellemzőjük az igen alacsony szerves és ásványi kolloid tartalom, emiatt vízgazdálkodási tulajdonságaik is igen szélsőségesek: nagy víznyelő képességgel és gyenge víztartó képességgel rendelkeznek. A vízgazdálkodási tulajdonságot leginkább jellemző értékek az alábbiak szerint alakul: szabadföldi vízkapacitás értékük 15 tf% alatti, s alacsony a hasznos vízkészletük is, mintegy 5-10 tf%. A víznyelés sebessége 500 mm/órát meghaladó, s hasonlóan magas a hidraulikus vezetőképesség értéke is (> 400 mm/óra).

A mintaterület szerbiai részén a réti talajok (16,75 %) tekinthetők a csernozjomokat követő leggyakrabban előforduló talajtípusnak, míg a vizsgálati terület magyarországi részén az a talajtípus ~14%-ban fordul elő.

A réti talajok kialakulásában az időszakos túlnedvesedés játszik szerepet. Ez lehet időszakos felületi vízborítás vagy a közeli talajvíz következménye. A vízhatásra bekövetkező levegőtlenység jellegzetes szervesanyag-képződést és az ásványi részek redukcióját váltja ki. Réti talajoknál a humuszanyag mindig fekete, ennek oka a humuszanyag nagyrészt levegőtlen viszonyok között való kialakulása. Külögo-

peskovita zemljišta) približno u količini černozemnih zemljišta. Međutim u Srbiji ova vrsta zemljišta čini samo mali deo 2,5% ukupne površine. Na istraživanom području procenat peskovitih zemljišta je oko 20%.

Nevezani pesak i humusna peskovita zemljišta su glavni tipovi skeletnih zemljišta. Opšta karakteristika je vrlo mala količina organskih i mineralno koloidnih supstanci. Zbog toga su osobine upravljanja vodom veoma ekstremna: velika apsorpcija vode i slabo zadržavanje vode. Najkarakteristične vrednosti upravljanja vodom su sledeće: vodeni kapacitet otvorenog zemljišta je ispod 15 % (V/V), nizak je i korisna zaliha vode u zemljištu oko 5-10 % (V/V). Brzina apsorpcije vode je veća od 500 mm/sat, vrednost hidraulične provodljivosti je takođe veliki (>400 mm /sat).

Na srpskom delu istraživanog područja posle černozema su ritska zemljišta najčešći tip zemljišta (16,75%), dok na mađarskom delu istraživanog područja je njihov udeo oko ~14%.

Periodično prekomerno vlaženje igra ulogu u formiranju ritskih zemljišta. To može da bude posledica periodičnog pokrivanje površine s vodom ili posledica blizine podzemnih voda. Usled nedostatka vazduha izazvanog delovanjem vode dolazi do značajnog porasta organskih supstanci i redukcije mineralnih delova. Kod ritskih zemljišta humusne materije su uvek crne, a razlog je formiranje humusa pod anaerobnim uslovima. Za izluženje se mogu spomenuti dva razloga: kao posledica odtoka to su padavine koje formiraju u skupu i blizupovršinske podzemne vode. Izluženje gornjih nivoa je veoma često. Usled nedostatka vazduha i previše vlage jedinjenja bivalentnog železa su dominantna. U dubljim slojevima se mogu formirati plavi-zeleni tzv. Glej slojevi koji su otrovni za korenje. Iznad ovih slojeva gde povremeno dolazi



zásnak két fő oka említhető meg: lefolyás következtében összegyülekező csapadékvíz és a felszínhez közeli talajvíz. A felső szintek kilúgozása gyakori. A levegőtlenység, túlnedvesedés következtében a vas kétértékű vegyületei az uralkodók. A mélyebb szintekben kékes, zöldes ún. glejes rétegek képződhetnek, melyek a gyökerek számára mérgezőek. A felettük elhelyezkedő rétegekben, ahol időnként az oxidatív viszonyok is kialakulnak, vaskiválások, rozsdafoltok a dominánsak. A réti talajok tulajdonságait a tapadós humuszanyagokkal, a nehéz művelhetőséggel, a foszfor erős megkötődésével, valamint a nitrogén tavaszi nehéz feltáródásával jellemezhetjük. A réti talajok vízgazdálkodási tulajdonságai – tekintettel többnyire agyag, nehéz agyag fizikai féleségükre – rosszak. Víznyelő képességük többnyire közepes vagy rossz, víztartó képesség erős. A vízgazdálkodási tulajdonságot leginkább jellemző értékek az alábbiak szerint alakul: szabadföldi vízkapacitás értékük 42-50 tf% közötti, hasznos vízkészletük mintegy 10-15 tf%. A víznyelés sebessége alacsony, 50-70 mm/óra, s hasonlóan alacsony a hidraulikus vezetőképesség értéke is 0,004-0,4 mm/óra).

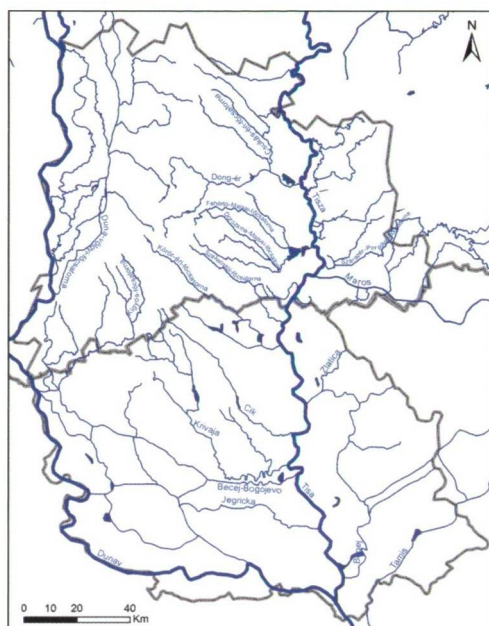
### Felszíni vizek

A terület legjelentősebb felszíni vízfolyásai a Duna és a Tisza (2.8. ábra). A Duna közepes vízhozama Bezdánál (1426 fkm) 2280 m<sup>3</sup>/s, Újvidéknél (1255 fkm) 2880 m<sup>3</sup>/s, míg Szendrőnél (Smederevo) a Tisza és a Száva torkolata alatt (1116 fkm) 5490 m<sup>3</sup>/s. A Duna legjelentősebb mellékvízfolyása a terület magyarországi szakaszán a Duna-völgyi-főcsatorna. A két vízfolyás közötti terület sűrű csatornahálózat szövi át, mely főként a Duna-menti síkság és a Homokhátság találkozásánál összegyűlő vizek elvezetésére szolgáló, övcsatornaként funkcionáló Duna-völgyi-főcsatornához csatlakozik. A vízfolyások

do pojave uslova za oksidaciju i izdvajanje gvožđa, rdave pege su dominantne. Osobine ritkih zemljišta možemo okarakterisati lepljivim humusnim materijama, sa teškom obradom zemljišta, sa teškim vezivanjem fosfora i sa teškom razgradljivošću azota u proleće. Karakteristike upravljanja vodom ritkih zemljišta su loša zbog uglavnom glinastih i teško glinastih fizičkih tipova. Njihove sposobnosti apsorpcije vode su srednje ili loše, a sposobnost zadržavanja vode je jak. Najkarakterističnije vrednosti upravljanja vodom su sledeće: vođeni kapacitet otvorenog zemljišta je između 42-50%(v/v) korisna zaliha vode u zemljištu je oko 10-15%(V/V). Brzina apsorpcije vode je niska 50-70 mm/sat, vrednost hidraulične provodljivosti je takođe mali (0,004-0,4 mm/sat).

### Površinske vode

Najznačajnije reke područja su Dunav i Tisa (Slika 2.8). Srednji proticaj Dunava kod Bezdana (1426 rkm) je 2280 m<sup>3</sup>/s, kod Novog Sada (1255 rkm) 2880 m<sup>3</sup>/s, dok je kod Smedereva nizvodno od ušća Tise i Save (1116 rkm) 5490 m<sup>3</sup>/s. Najznačajnija pritoka na sektoru mađarskog područja je Glavni kanal u dolini Dunava. Prostor između dva vodotoka preseca gusti splet kanala, koji pre svega služe za odvodnjavanje voda koje se sakupljaju na kontaktu podunavske ravnice i visoravni mađarske pešcare, i koji se u vidu prstenastog kanala ulivaju u Glavni kanal u dolini Dunava. Najveći broj vodotoka ima odlike veštačkih vodotoka, uglavnom teku na liniji nekadašnjih korita Dunava i veštački formiranih deonica korita. Najznačajnije pritoke Dunava su Tamiš, kao i Begej koji se uliva nizvodno od ušća Tise. Najveći broj tokova i ovde ima odlike veštačkih vodotoka. Srednji proticaj Tamiša kod Pančeva, gde se uliva u Dunav je 50 m<sup>3</sup>/s.



**2.8. ábra.** A mintaterület vízfolyásai  
**Slika 2.8** Vodotoci istraživanog područja  
**Fig. 2.8.** Waterflows of the study area

legjobbje mesterséges vízfolyásnak minősül, többnyire az egykori Duna medrek nyomvonalában és mesterségesen kialakított mederszakaszokban haladnak. A Duna jelentősebb mellékfolyói a Vajdaságban a Tamis, valamint a Tisza torkolata alatt becsatlakozó Bega. A vízfolyások legtöbbje itt is mesterséges vízfolyásnak minősül. A Tamis közepes vízhozama Pancsovánál(Pančevo), ahol a Dunába torkollik 50 m<sup>3</sup>/s. A Tisza alsó szakaszának jellemző vízhozama a csongrádi szelvényben kisvízkor 115 m<sup>3</sup>/s, közepes vízállásnál 550 m<sup>3</sup>/s, árvíz idején pedig eléri a 3630 m<sup>3</sup>/s-ot, azaz a kisvízi és árvízi vízhozamok aránya 30-szoros. Az legkisebb vízállás (LKV) és a legnagyobb vízállás (LNV) különbsége 10,29 m. A folyó vízszintjének esése 2,9 cm/km, sebessége (Szentesnél) kisvízkor 0,1-0,4 m/s, középvízkor 0,6-0,9 m/s, nagyvízkor 1,5 m/s (Fiala et al. 2006). A közepes vízhozam Zentánál (124 fkm) 810 m<sup>3</sup>/s. A Maros torkolata alatti szakaszon (kb. 175 km

Srednji proticaj Begeja je takođe 50 m<sup>3</sup>/s kod Titela, gde se uliva u Tisu. Kod donjeg toka Tise karakterističan proticaj prilikom niskih vodostaja na Čongradskom profilu je 115 m<sup>3</sup>/s, kod srednjeg vodostaja je 550 m<sup>3</sup>/s, a za vreme poplava dostiže i 3630 m<sup>3</sup>/s, tj. odnos niskih i poplavnih vodostaja je tridesetostruk. Razlika najmanjeg vodostaja (NMV) i najvećeg vodostaja (NVV) je 10,29 m. Pad površine nivoa reke je 2,9 cm/km, brzina kod Senteša je kod malih vodostaja 0,1-0,4 m/s, kod srednjih voda 0,6-0,9 m/s, a kod velikih voda je 1,5 m/s (Fiala et al. 2006). Srednji proticaj kod Sente (124 rkm) je 810 m<sup>3</sup>/s. Na deonici nizvodno od ušća Moriša (deonica duga oko 175 km) rečni režim je nepovoljan, pošto je prilikom malih vodostaja izuzetno mala brzina vode od 0,15-0,20 m/s a i pad je izuzetno mali (0,035 ‰). Režim reke je značajno modifikovala izgradnja Bečejske brane 1975.



hosszú szakasz) a vízjárás szempontjából kedvezőtlen, hogy kisvizes időszakban a vízsebesség rendkívül lassú 0,15-0,20 m/s és az esés is rendkívül kicsi (0,035 ‰). A folyó vízjárását jelentősen módosította az 1975-ben megépült Törökbecsei duzzasztó.

A Tisza legfontosabb mellékfolyója a Szeged mellett becsatlakozó Maros folyó, valamint a Csongrád megye ÉK-i részén becsatlakozó Hármas-Körös. A Maros heves vízjárású folyó, vízhozama Makónál árvízkor 1600-2500 m<sup>3</sup>/s, közepes vízállásnál 161 m<sup>3</sup>/s, míg kisvízkor csupán 21 m<sup>3</sup>/s. A Tisza mellékfolyói a Vajdaságban a jobb parti Krijava, Csík-ér, Körös és Jegricska, a bal partján pedig a Bega és a Zlatica. A jobb parti, többségében mesterséges vízfolyások medreinek lefutása ÉNy-DK-i irányú.

A terület vajdasági részén kiterjedt csatornahálózat jellemző. Hosszúságban és nagyságban a legjelentősebbek a Duna-Tisza-Duna csatornarendszer fő csatornái, melyek öntözési és belvíz levezetési funkciókat látnak el. A csatornahálózat teljes hosszúsága 700 km (Jojić 2002, Likić 2002). A terület magyarországi részén szintén kiterjedt csatornahálózat jellemző. A térség csatornáinak vízjárása az alföldi kisvízfolyásokhoz hasonlóan – időszakos jellegű. Hosszabb-rövidebb aszályos periódusok alatt előfordulhat, hogy a vízszállítás megszűnik, bár néhány csatorna a legaszályosabb években sem szárad ki teljesen. Ennek oka részben az, hogy a csatornák egy része a használt és tisztított vizek befogadója, másrészt, hogy a túl mélyen vezetett csatornák fenékvonalai belemetszenek a talajvíz szintjébe, s így azt megcsapolják. A csatornák nagy részének további jellemzője, hogy azok (a természetes fenékesésével ellentétesen) a magas torkolati vízállás miatt visszaduzzasztják a vizeket. Az ilyen működtetésű csatornák kettős működtetésűek (reverzibilis csatornák); nedves időszakokban a belvíz elvezetését szolgálják, száraz időszakokban pedig öntözővizet szállít-

Najvažnija pritoka Tise je Moriš koji se uliva pored Segedina, kao i Trojni-Kereš koji se uliva na severoistočnom delu Čongradske županije. Moriš je reka sa snažnom oscilacijom, proticaj kod Makoa prilikom poplava je 1600-2500 m<sup>3</sup>/s, kod srednjeg vodostaja 161 m<sup>3</sup>/s, dok je kod malih vodostaja samo 21 m<sup>3</sup>/s. Pritoke Tise u Vojvodini su na desnoj obali Krivaja, Čik, Kereš i Jegrička a na levoj obali su pretežno veštački tokovi čija korita se pružaju pravcem SZ-JI.

Na vojvođanskom delu oblasti karakteristična je razgranata mreža kanala. Po dužini i veličini najznačajniji su glavni kanali hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav, koji obavljaju funkciju navodnjavanja i odvođenja suvišnih unutrašnjih voda. Ukupna dužina kanala je 700 km (Jojić 2002, Likić 2002). Na delu područja u Mađarskoj takođe je karakterističan rasprostranjen sistem kanala. Režim voda na kanalima je sličan manjim tokovima u ravnici – tj. povremenog karaktera. Za vreme dužih i kraćih sušnih perioda se može dogoditi, da se transport vode prekine, iako nekoliko kanala ne presušuje u potpunosti ni u najsušnijim godinama. Razlog za ovo je delimično taj, što deo kanala prima korišćene i prečišćene vode, a sa druge stran i to, da se previše duboko formirano dno kanala useca u nivo podzemnih voda, te ih na taj način odvodnjava. Dalja karakteristika velikog dela kanala je da oni (suprotno prirodnom padu korita) prilikom visokog vodostaja povratno izdižu nivo voda. Ovakvi kanali imaju dvojnu funkciju (reverzibilni kanali); u vlažnim periodima služe odvođenju suvišnih unutrašnjih voda, a u suvim periodima prenose vodu za navodnjavanje na poljoprivredne površine (Rakonczai i Deák 2007).

Površinske vode se na delu područja u Mađarskoj mogu naći samo na malim

tanak a mezőgazdasági területekre (Rakonczai és Deák 2007).

Felszíni állóvizek a magyarországi területen csupán kis területen találhatóak (Bács-Kiskun megyében 2,3 %). A jelentősebb felszíni állóvizek a megyében a Szelidi-tó, Vadkerti-tó, a Dávodi Földvári-tó, a Felső-Kiskunsági tavak és az Izsáki Kolon-tó. Ezek mellett a Tisza árterén húzódó holtágakat kell kiemelni: Bács-Kiskun megyében a Tiszakécskei-halastó, a Lakitelki-Holt-Tisza, az Alpári-Holt-Tisza, míg Csongrád megyében a Körtevélyesi-, Mártélyi-, Gyálaréti-, Atkai-, Nagyfai-, Serházzi holtág. A homokhát területeken, azok peremrészein található néhány szikes tó, melyek száraz időjárás esetén kiszáradnak, nedves időszakban pedig megtelnek vízzel. Talán legismertebb közülük a szegedi Fehér-tó. A Homokhátság és a Duna-menti síkság határán lápvídek húzódnak (északon Turjánvidék, délen Órjég), mely mély fekvésű, időszakos vízborítású tavak észak-dél irányú láncolata. Jelentőségét növeli kiemelkedően magas ökológiai potenciálja.

A Vajdaságban a felszíni vizek szintén csupán kis területet borítanak, habár nagyszámú természetes és mesterséges tó található. A természetes tavakat fluviális (folyóvízi) vagy eolikus (szél) folyamatok hozták létre. Számos holtág található a Duna és a Tisza mentén. Ezek a holtágak részben természetes módon alakult ki, részben a folyószabályozás során a kanyarulatok átvágásával. A Tisza menti természetes holtágak Rusanda (4 km<sup>2</sup>), Ostrovo (3,5 km<sup>2</sup>), Okanj (1,5 km<sup>2</sup>) és Kopovo (1,45 km<sup>2</sup>) a Vajdaság közepes nagyságú tavai közé tartoznak. A Tisza ártere mentén 13 holtág keletkezett a kanyarulatok átvágásával. Méretüket és hidrológiai szerepüket tekintve Horgosi, Csurogi és Vrbica holtágak a legjelentősebbek. Eolikus eredetű tavak a Vajdaságban a Palicsi-tó (5,6 km<sup>2</sup>) és a Ludasi-tó (3,3 km<sup>2</sup>). A mesterséges tavak közül a legjelentősebbek a többfunkciós víztározó tavak Bácskában, melyeket kisebb vízfolyások medrében alakítottak

površinama (u županiji Bač-Kiškun 2,3%). Najznačajnije površinske vode u županiji su Selidsko jezero, Vadkertsko jezero, Feldvarsko jezero kod Davoda, jezera gornjeg Kiškunšaga, i jezero Kolon kod Ižaka. Pored ovih se moraju spomenuti mrtvaje koje se protežu na plavnom području Tise: u županiji Bač-Kiškun ribnjak kod Tisakečke, Mrtva Tisa kod Lakiteleka, Mrtva Tisa kod Alpara, i rukavci u Čongradskoj županiji kod Kertvelješa, Martelja, Đalareta, Atke, Nađfa i Šerhazzuga. Na prostorima pešcare, na njenim obodima može se naći nekoliko slatinastih jezera, koji se u suvim vremenskim uslovima isušuju, a u vlažnim periodima pune vodom. Među njima je možda najpoznatije segedinsko Belo jezero. Na graničnom prostoru između zaravni pešcare i podunavske ravnice proteže se močvarni predeo (na severu Turjanski kraj, na jugu Erjég), sa nizom nisko ležećih, povremenih jezera koji se protežu u smeru sever jug. Značaj im povećava njihov izuzetno visok ekološki potencijal.

U Vojvodini površinske vode zauzimaju samo malu površinu, iako se može naći veliki broj prirodnih i veštačkih jezera. Prirodna jezera su nastala fluvijalnim (rečnim) ili eolskim (vetar) procesima. Brojne mrtvaje se mogu naći pored Dunava i Tise. Ove mrtvaje su nastale delom prirodnim putem, delom prilikom regulacionih radova na rekama procecanjem meandara. Prirodne mrtvaje u Potisju su Rusanda (4 km<sup>2</sup>), Ostrovo (3,5 km<sup>2</sup>), Okanj (1,5 km<sup>2</sup>) és Kopovo (1,45 km<sup>2</sup>) koji spadaju među najveća jezera u Vojvodini. U plavnoj zoni Tise 13 mrtvaja je nastalo procecanjem meandara. Prema njihovoj veličini i hidrološkoj funkciji najznačajnije su Horgoška, Čuruška i Mrtvaja Vrbica. Jezera eolskog porekla u Vojvodini su Paličko (5,6 km<sup>2</sup>) i Ludoško jezero (3,3 km<sup>2</sup>). Od veštačkih jezera najznačajnije su multifunkcionalne akumulacije u Bačkoj, koje su formirane u

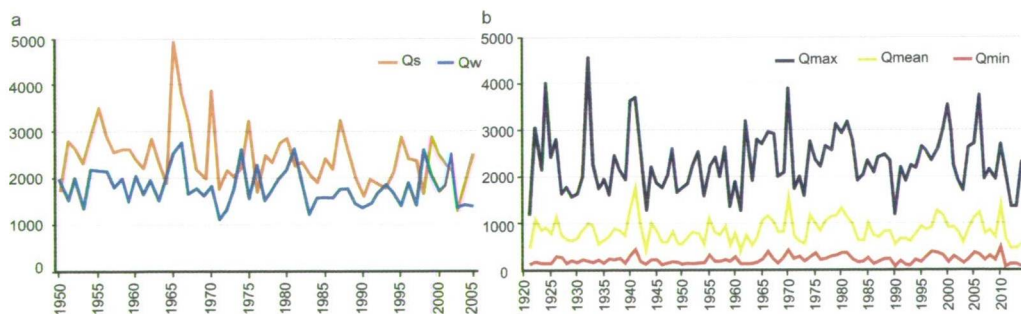


tak (Zobnatica, Svetićevo, Pannónia, stb.). Jelentősebb mesterséges tavak még a nagyobb halastavak (Écska, Szárcsa, Hódegyháza, Becse, Bács, Futak, Kapitány-rét, Velebit stb.) és az egykori bányagödörben kialakított Fehértemplomi tavak (Bugarčić 1999, Bogdanović és Pavić 2003, Bogdanović és Marković 2005, Stanković 2005).

A felszíni vizek mennyiségének térbeli és időbeli változékonysága az egész Kárpát-medence tekintetében fokozódik (Kiss és Blanka 2012, Sipos 2006). Ez fokozódó árvízveszéllyel (pl. 2013-ban a Dunán) és elnyúló kisvízes időszakokkal jár, melyek a jövőben egyre nagyobb gazdasági, társadalmi és környezeti terheket fognak jelenteni a vizsgált terület számára is. Összességében a klímaváltozásnak köszönhetően az éves vízmérleg a térségben csökkenő trendet mutat, mind a felszíni, mind a felszín alatti vizek esetében. A felszíni lefolyás ennek megfelelően a területen az év nagy részében jelentéktelen, ami jelentősen hozzájárul a terület klíma érzékenységéhez, valamint a jövőben várható víz stressz növekedéséhez. A klímaváltozás következményeként kimutatható a folyók vízhozam csökkenése is (Sipos 2006, Kiss és Nagy 2012) (2.9. ábra).

koritima manjih vodotokova (Zobnatica, Svetićevo, Panonija, stb.). Značajnija veštačka jezera su i veći ribnjaci (Ečka, Sutjeska, Jazovo, Bečej, Bač, Futog, Kapetanski Rit, Velebit, itd.) i u nekadašnjim kopovima formirana Belocrkvanska jezera (Bugarčić 1999, Bogdanović i Pavić 2003, Bogdanović i Marković 2005, Stanković 2005).

Vremenska i prostorna promenljivost količine površinskih voda povećava se u celoj Panonskoj niziji (Kiss i Blanka 2012, Sipos 2006). Ovo se javlja zajedno sa rastućim rizikom od poplava (npr. 2013 na Dunavu) i produženim periodima sa malo vode, koji će u budućnosti takođe i u županiji predstavljati sve veće opterećenje za privredu, društvo i životnu sredinu. U zbiru, zahvaljujući klimatskim promenama godišnji bilans voda pokazuje opadajući trend u regionu, kako u slučaju površinskih, tako i kod podzemnih voda. Površinsko oticanje je, shodno tome, tokom većeg dela godine beznačajno, što u velikoj meri doprinosi klimatskoj ranjivosti županije kao i pojavi stresa vezanog za vodu u budućnosti. Kao posledica klimatskih promena može se iskazati i opadanje proticaja reka (Sipos 2006, Kiss i Nagy 2012) (Slika 2.9).



**2.9. ábra** a) Az évi közepes vízhozam alakulása a Dunán a téli (Qw) és a nyári (Qs) félévben 1950-2005 között Bezdánnál  
b) Az évi legnagyobb (Qmax), közepes (Qmean) és legkisebb (Qmin) vízhozam 1920-2014 között a Tiszán Szegednél

**Slika 2.9** Kretanje srednjeg godišnjeg protoka na Dunavu u zimskim (Qw) i letnjim (Qs) polugodištima između 1950-2005 kod Bezdana b) Najveći (Qmax), srednji (Qmean) i najmanji (Qmin) godišnji protok između 1920-2014 na Tisi kod Segedina.

**Fig. 2.9** a) Trend overview of average annual flow ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) of the River Danube at the hydrological profile Bezdán in summer and winter half-years for the period between 1950 and 2005; b) The yearly highest (Qmax), mean (Qmean) and lowest discharge of the Tisza River at Szeged between 1920 and 2014

## Növényzet

Az Alföld természetes vegetációjának meghatározó elemei egykor a lösz puszták, homok puszták, ártéri ligeterdők, láperdők és szikesek voltak. Az elmúlt két évszázadban jelentős területeket vontak művelésbe, így viszonylag kis kiterjedésű területeken maradt fenn a természetes vegetáció. Az utóbbi évtizedek klímaváltozása, valamint az emberi tevékenység nyomán a vizes élőhelyek sokfelé kiszáradásnak indultak, amit a növényzet degradációja és átalakulása kísér.

A mintaterület magyarországi megyéiben a Kiskunsági Nemzeti Park, a Duna-Dráva Nemzeti Park, valamint a Körös-Maros Nemzeti Park foglalkozik a védett értékek és területek kezelésével, kutatásával és megőrzésével. Országos jelentőségű védett területei a nemzeti park törzsterületei, tájvédelmi körzetei, természetvédelmi területei, valamint az 1996. évi LIII. törvény által definiált ex lege védett területek.

Csongrád megye természeti környezetének meghatározói a Maros és a Tisza, valamint a hozzájuk kapcsolódó holtágak, és fennmaradt vizes és szikes élőhelyek. A Duna-Tisza köze homokvidékén a homoki gyepek és buckaközi vizes élőhelyek, illetve néhány kis kiterjedésű foltban löszgyepek őrzik a terület egykori természeti képét. Nemzeti parki törzsterületek: Cserebökény, Kardoskúti Fehértó, Csanádi puszták és a Maros ártér.

A megye Tájvédelmi Körzetei (TK) és Természetvédelmi Területei (TT):

- Mártélyi TK, Pusztaszeri TK, Körös-éri TK
- Ásotthalmi Láprét TT, Pusztaszeri Hétvezér Emlékmű TT; Péteri-tavi Madárrezervátum TT bővítése, Csongrádi Kónyaszék TT, Péteri-tavi Madárrezervátum TT, Pusztaszeri Fülöpszék TT, Csanádi Puszták TT; Cserebökényi Puszták TT; Makó-Landori Erdők TT; Csongrádi Kónyaszék TT.

## Vegetacija

Ključni elementi prirodne vegetacije Panonske nizije ranije su bile lesne pustare, plavne šume, lugovi, močvarne šume i slatine. U poslednjih dva veka najveći deo teritorije je kultivisan i na relativnoj maloj teritoriji je ostala prirodna vegetacija. Usled promena klime u poslednjim decenijama i posledica ljudskih aktivnosti, na mnogim mestima je došlo do pojave isušivanja vlažnih staništa, degradacije i promene vegetacije.

Na području mađarskih županija obuhvaćenih istraživanjem, zaštitom, održavanjem i istraživanjem zaštićenih područja i njihovih dobara se bave Nacionalni park Kiskunšag, Nacionalni park Dunav-Drava i Nacionalni park Kereš-Moriš. Zaštićena područja državnog značaja su centralne oblasti nacionalnih parkova, predeli izuzetnih odlika, spomenici prirode, i zakonom zaštićena područja definisana zakonom LIII iz 1996. godine.

Prirodnu okolinu županije Čongrad određuju Moriš i Tisa, zatim rukavci vezani za njih i preostala vlažna i slatinasta staništa. Izgled nekadašnje prirode na pešćarama u međurečju Dunava i Tise odražava prvenstveno preostala vegetacija na pešćarama i vlažnim staništima na pesku. Centralne oblasti nacionalnih parkova su: Čerebekenj, Feherto kod Kardoškuta, Čanadske pustare, plavno područje Moriša.

Parkovi prirode (PP) i Specijalni Rezervat prirode (SRP) županije su:

- PP „Martelj“, PP „Pustaser“, PP „Kereš“
- SRP „Aóthalomaska močvara“, SRP „Spomenik sedmorici vođa u Pustaseru“, proširenje SRP „Rezervat ptica jezera Peter“, SRP „Čongradski Konjasek“, SRP „Rezervat ptica jezera Peter“, SRP „Pustaserski Filepsek“, SRP „Čanadski Pustak“, SRP „Čerebekenjski Pustak“, SRP „Mako-Landorske šume“, SRP „Čongradski Konjasek“.



Bács-Kiskun megye természeti értékei a Duna-völgyi szikesek, a Duna-Tisza közí hátság homok pusztái, homokbuckái és az Alsó-Tiszavidék ártéri erdei. Nemzeti park törzsterületek a Felső-Kiskunsági pusztá, a Felső-Kiskunsági tavak, az Izsáki Kolon-tó, a Fülöpházi homokbuckák, az Orgoványi rétek, a Bócsa- Bugac buckavilága és homokpusztá, a Tőserdő és Szikrai Holt-Tisza, a Peszér-Adacsi rétek és Miklapusztá; Gemenc és Béda-Karapanca.

A megye Tájvédelmi Körzetei (TK) és Természetvédelmi Területei (TT):

- Közép-Tiszai TK
- Bácsalmási gypjas gyűszűvirág termőhelye TT, Császártöltési Vörös-mocsár (Őrjeg) TT, Csólyospálosi földtani feltárás, Érsekalmi Hét-völgy TT, Hajósi Homokpusztá TT, Hajósi kaszáló és löszpartok TT, Jászszentlászlói Kalmár-erdő TT, Kéleshalmi homokbuckák TT, Kiskőrösi turjános TT, Kiskunhalasi Fejeték-mocsár TT, Kunfehértói holdrutás erdő TT, Kunpeszéri Szalag-erdő TT, Péteri-tó TT, Szelidi-tó TT, Dávodi Földvári tó TT.

Az európai jelentőségű természeti területek hálózataának kijelölése Magyarországon megtörtént (Natura 2000 területek), kijelölésük alapja szerint különleges madárvédelmi területek (SPA), illetve különleges természet-megőrzési területek és kiemelt jelentőségű természeti területek (SCI) (2.2. táblázat).

A vajdasági mintaterület mezőgazdasági régió: több mint 70%-át a mezőgazdaság hasznosítja. Természetes és természetközeli növényzet csak a terület 20%-át fedi (a terület 15%-a erdő vagy cserjés, 5%-a legelő). Így a Vajdaságban csak kis kiterjedésű védett területek vannak, és ezek elsősorban helyezkednek el a kultúrtájba ágyazva.

Nagyobb kiterjedésű védett területek a „Gornje Podunavlje” Természetvédelmi Te-

Prirodne vrednosti županije Bač-Kiškun su slatine u dolini Dunava, peščare u međurečju Dunava i Tise, dine, šume u plavnim područjima u delu donje Tise. Centralne oblasti nacionalnih parkova su: Felše-Kiskunšagi pustara, Felše-Kiškunšagi jezera, jezero Kolonu Ižaku, dine kod Filephaze, livade kod Orgovanja, peščara i dine Boča- Bugac, Tešerdo i rukavac Tise kod Sikre, livade Peser-Adač i Miklapusta, Gemenc i Beda-Karapanča.

Parkovi prirode (PP) i Specijalni rezervat prirode (SRP) županije su :

- PP „Srednja Tisa“
- SRP „Prirodni areal Bačalmaškog besniča“, SRP „Crvena močvara kod Časartelteša (Erjeg)“, Geološko nalazište kod Čoljošpaloša, SRP „Sedam dolina kod Eršekhaloma“, SRP „Hajoška peščara“, SRP „Hajoške kosidbene i lesne obale“, SRP „Kalmar šuma kod Jassentlasla“, SRP „Dine kod Keleşhaloma“, SRP „Tresetište Kiškeres“, SRP „Fejetek močvara kod Kiskunhalaša“, SRP „Šuma Botrychium kod Kunfehertoa“, SRP „Šuma Salag kod Kunpesera“, SRP „Jezero Peter“, SRP „Jezero Selid“, SRP „Jezero Feldvar kod Davoda“.

Označavanje mreža prirodnih područja evropskog značaja u Mađarskoj je urađeno (područja Natura 2000) na osnovu označavanja posebnih zaštićenih područja za ptice (SPA) i posebnih područja očuvanja prirode i prirodnih područja od posebnog značaja (SCI) (Tabela 2.2).

Na istraživanom području vojvođanske poljoprivredne regije se više od 70% teritorije koristi za poljoprivredu. Prirodna vegetacija i vegetacija u blizini prirode pokriva samo 20% ukupne površine (15% šuma i grmlja, 5% pašnjaka). Zbog toga u Vojvodini postoje zaštićena područja malog prostranstva, raštrkana i ugrađena u kultivisanu sredinu.

Zaštićene područja većeg prostranstva su specijalni rezervat prirode „Gornje Podunavlje“

## 2.2. táblázat Natura 2000 élőhelyek a területen

Tabela 2.2 Natura 2000 staništa na području

Table 2.2 Natura 2000 habitats in the area

Élőhelyek / Staništa / Habitats
1530 Pannon szikes sztyeppek és mocsarak / Panonske slane stepe i slane močvare / Pannonic salt steppes and salt marshes
3150 Természetes eutróf tavak Magnopotamion vagy Hydrocharition növényzettel / Prirodne eutrofne vode s vegetacijom Hydrocharition ili Magnopotamion / Natural eutrophic lakes with Magnopotamion or Hydrocharition – type vegetation
6250 Pannon lösz sztyepprétréji / Panonski stepski travnjaci na lesnim/ aluvijalnim ravnicama/ Pannonic loess steppic grasslands
6260 Pannon homoki gyepek/ Panonski travnjaci na pesku / Pannonics and steppes
6410 Molinia (Kékperje) láprétek meszes, tőzeges vagy agyag-bemosódásos talajokon / Molinia, močvare na karbonatnim, tresetasto ili glinsko- translokacijskim zemljištima / Molinia meadows on calcareous, peaty or clayey-silt-laden soils (Molinion caeruleae)
6440 Mocsárrétek a Cnidion dubii folyóvölgyeiben / Močvarne livade u dolini Cnidion dubii / Alluvial meadows of river valleys of the Cnidion dubii
7210 Meszes lápok Cladium mariscus (télisás) és Caricion davallianae (mészkedvelő rétláp) fajokkal / Karbonatna tresetišta sa sortama Cladium mariscus i Caricion davallianae / Calcareous fens with Cladium mariscus and species of the Caricion davallianae
7230 Bázikus lápok / bazofilna tresetišta / Alkaline fens
91E0 Ártéri erdők, Alnus glutinosa (mégás éger) és Fraxinus excelsior (magas kőris) (Alno-Pandion, Alnion canae, Salicion albae) / Aluvijalne šume (Alno-Padion, Alnion canae, Salicion albae, Fraxinus excelsior, alnus glutinosa) / Alluvial forests with Alnus glutinosa and Fraxinus excelsior (Alno-Pandion, Alnion canae, Salicion albae)
91F0 Partmenti vegyes erdők, Quercus robur, (kocsányos tölgy) Ulmus laevis és minor (véncifa, és mezei szil), Fraxinus excelsior angustifolia (keskenylevelű kőris), nagy folyók mentén / Aluvijalne šume (Alno-Padion, Alnion canae, Salicion albae, Fraxinus excelsior, alnus glutinosa) / Riparian mixed forests of Quercus robur, Ulmus laevis and minor, Fraxinus excelsior angustifolia, along the great rivers
91I0 Euro-szibériai sztyepp-tölgyesek / Plavne mešane šume uz velikih reka Quercus robur, Ulmus laevis, Ulmus minor, Fraxinus excelsior ili Fraxinus angustifolia/ Euro-Siberian steppic woods with Quercus spp.
91N0 Pannon homoki borókás-nyáras bozót (Junipero-Populetum albae) / Panonska peščana žbunja Junipero-Populetum albae / Pannonic inland sand dune thicket (Junipero-Populetum albae)

rület, és a Szabadka-Horgosi homokpuszta. A „Gornje Podunavlje” Természetvédelmi Terület a Duna bal partján, az 1367-es és az 1433-as folyamkilométerek között helyezkedik el. A Duna egykori kiterjedt árterének maradványait foglalja magába. A természetvédelmi terület a vízi és szárazföldi ökoszisztémák gazdag mozaikja. A terület nagy részét mocsaras part erdő komplexumok borítják. Ez a fajta őshonos élőhely nagyon ritka Európában és Szerbiában is. A védett terület a biológiai változatosság fontos központja.

i peščara „Subotica-Horgoš”. Specijalni rezervat prirode „Gornje Podunavlje” se nalazi na levoj obali Dunava između rečnih kilometara 1367 i 1433. Ostatak je nekadašnjeg velikog plavnog područja Dunava. Specijalni rezervat prirode je bogat mozaik vodenog i kopnenog ekosistema. Veliki deo područja pokriva kompleks močvarnih obala i šuma. Takva vrsta nativnog staništa je veoma retka u Evropi, i u Srbiji. Zaštićeno područje je važan centar biološke raznovrsnosti.

Peščara „Subotica-Horgoš” je jugoistočni deo peskovitog područja koji se prostire



A Szabadka-Horgosi homokpuszta a Duna és Tisza között elterülő homokos terület szerb-magyar határ menti, délkeleti része. A tipikus formák: homokleplek, homokdűnék, semlyék, melyeket az intenzív művelés és az erdősítés nagyban megváltoztatott. A terület vízfolyama a Keres. A terület változottságát az erők, a löszös puszták, és a vizes élőhelyek adják. A Szabadkához közeli tavak (Palicsi-tó, Ludas-tó) nyíltvízi felszínei a vándormadarak pihenő-, és fészkelő helyei. A tavak körül nádas, löszös puszta és bázikus növényzet is előfordul. A határ melletti Selevényi puszta egy része, honos és telepített fák erdeje, védett terület (Selevényi erdő).

A határ menti területek növény és állatvilága igen hasonló. Olyan ritka növényfajoknak ad otthont a homokvidék, mint például az egyhajúvirág (*Bulbocodium vernum*), buglyos szegfű (*Dianthus superbus*), kései szegfű (*Dianthus serotinus*), agárkosbor (*Orchis morio*) és jó néhány nőszirm faj. A tavak és vizes élőhelyek élővilágában jelentős mocsári teknős (*Emys orbicularis*) állomány él. A meredek löszfalakban vájt járatokban partifecskek (*Riparia riparia*), gyurgyalogok (*Merops apiaster*) és a jégmadár (*Alcedo atthis*) nevelik fiókáikat. Jelentős továbbá a bíbic (*Vanellus vanellus*), homoki gyík (*Podarcis taurica*), barna ásóbéka (*Pelobates fuscus*) állománya is. A Duna és Tisza árterének és hullámterének növényvilága ökológiai folyosót biztosít az élővilág számára.

A homokhátság területén a semlyékek kaszálásának elmaradása elősegítheti a nád és az idegenhonos özöngyomok (pl. aranyveszsző) terjedését. A homoki és löszsztyepp-tereken a legeltetés elmaradása az ezüstfa és az akác terjedésének kedvez. A parlagokon a parlagfű mellett a selyemkóró is jelentős problémát jelent. Az ártereken a gyalogakác és az amerikai kőris jelenthet igen jelentős problémát és akár árvízvédelmi kockázatot is.

između Dunava i Tise uz mađarsku-srpsku granicu. Tipične forme su peščani pokrov, dine, izduvine, koje su se mnogo promenile zbog intenzivnog kultivisanja i šumarstva. Vodotok područja je Kereš. Raznovrsnost području daju šume, lesne pustare i vlažna staništa. Otvorene površine jezera blizu Subotice (Paličko jezero i Ludaško jezero) su mesta za odmor i gnežđenje ptica selica. Oko jezera se može pojaviti trščak, lesna pustara, i bazofilna vegetacija. Deo pogranične Selevenjske pustare (šuma domorodnih i zasađenih stabala) je zaštićeno područje (Selevenjska šuma).

Vegetacija i svet životinja u pograničnim područjima je veoma sličan. Peščara je dom za tako retke vrste biljaka kao što su šafranjika (*Bulbocodium vernum*), peščarski karanfil (*Dianthus serotinus*), mirisni kaćunak (*Orchis morio*) i mnogo vrsta perunike (*Iris*). U živom svetu jezera i mokrih staništa živi značajna populacija *Emys orbicularis*. U šupljinama ukopanim u strmne lesne zidove gnezdi se bregunica (*Riparia riparia*), pčelarica (*Merops apiaster*) i vodomar (*Alcedo atthis*). Značajna je i populacija vivaka (*Vanellus vanellus*), stepskog guštera (*Podarcis taurica*), obične češnjarkje (*Pelobates fuscus*). Vegetacija plavnih područja obezbeđuje ekološki koridor za živi svet.

Na peščarama izostanak košenja izduvina može doprineti zaustavljanju širenja invazionih korova kao npr. zlatice (*Solidago virgaurea*). Izostanak napasanja na peščarama i lesno stepnim livadama povoljno utiče na širenje dafine (*Elaeagnus*) i bagrema (*Robinia pseudoacacia*). Na pustim zemljištima ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*) i svilenica (*Asclepias syriaca*) predstavlja značajan problem. Na plavnim područjima bagremac (*Amorpha fruticosa*) i američki jasen (*Fraxinus pennsylvanica*) predstavlja značajan problem zbog rizika u pogledu zaštite od poplava.

## 2.2. Vízgazdálkodási konfliktusok

*Rakonczai János, Fiala Károly, Mesaroš  
Minučer, Anna Frank, Srđan Popov*

A kontinentális klíma természetes sajátossága a vízháztartási szélsőségeség. Különösen igaz ez kutatási területünkre. A térségre jellemző 80 éves csapadékatlag 530-560 mm, azonban ez az érték csak statisztikai átlag, és az évek nagyobb részében ettől számottevően eltérő csapadékmennyiségeket tapasztalhatunk. Mindez azt jelenti, hogy az évek jelentős részében jelentős csapadékhány alakul ki, máskor pedig akár komoly károkat is okozó többlet is megfigyelhetünk. De önmagában egy-egy év csapadékmennyisége is nagyon meglepetésszerű lehet. Jól példázza ezt a 2000-es év, amikor az éves csapadékmennyiség az említett időszak legkisebb értéke volt (pl. Szegeden alig haladta meg a 200 mm-t), mégis az év elején hatalmas belvizek voltak a vidéken – az 1999-es év második felének nagy csapadéktöbblete miatt. Mindezeket túl a tájunk sajátos domborzata és az állandó felszíni vízfolyások hiánya további vízellátottsági szélsőségeket képes előidézni. Ennek illusztrálására talán a 2010-es rendkívül csapadékos év a legalkalmasabb. A Duna-Tisza közti homokhátság talajvízkészlete csak csapadékból képes természetes úton pótlódni, és az 1970-es évtizedet követően vélhetően nagyobb részben klimatikus okok miatt számottevően csökkent. Az ott kialakult jelentős talajvízszint-csökkenés a 2010-es nedves év hatására sem mérséklődött eléggé, és számottevő felszíni lefolyás sem alakult ki a hátság magasabb részeiről. Ugyanakkor a homokhátság kelet felé enyhén lejtő részein a megemelkedő talajvízszint nyomán felszín alatti lefolyás is kialakult, ami a hátság keleti zónájában már számottevő belvízképződéshez is vezetett. Mindezek jól mutatják, hogy a természeti adottságok

## 2.2. Vodoprivredni konflikti

*Rakonczai János, Fiala Károly, Mesaroš  
Minučer, Anna Frank, Srđan Popov*

Prirodna osobina kontinentalne klime je ekstremizam vodnog bilansa. Ovo je izrazito tačno za naše istražno područje. Prosečne padavine u zadnjih 80 godina su tipične za regiju i iznose 530-560 mm, ove vrednosti su samo statistički proseci i u većem broju godina merimo značajno različite vrednosti padavina. To znači da se u jednom broju godina javlja značajan nedostatak padavina, dok se u drugom broju pojavljuje i višak, koji može da izazove ozbiljne štete. Međutim, količina padavina u toku i jedne godine može da stvori zablude. Dobar primer je 2000-ta godina, kada je prosečna vrednost padavina bila minimalna za posmatrani period (npr. u Segedinu jedva je dostigao vrednost od 200 mm), mada početkom godine pojavile su velike količine podzemnih voda na posmatranoj teritoriji – sve to zbog viška padavina u toku druge polovine 1999 godine. Osim toga, specifična topografija i nedostatak stalnih potoka može da izazove i dalje krajnosti u vodosnabdevanju teritorije. Za ilustraciju gore pomenutog najbolje može da posluži 2010. godina, koja je bila izuzetno vlažna. Resursi podzemnih voda peskovitog terena međurečja Dunava i Tise samo iz padavina mogu da se obnove, verovatno u deceniji posle 1970-e, većinom zbog klimatskih uslova vodni resursi značajno se smanjuju. Značajan pad resursa podzemnih voda na tom području ni usled izuzetno vlažne 2010-e godine nije se dovoljno popravio i nije se pojavilo značajno površinsko oticanje sa viših delova grebena. Istovremeno na istočnim delovima, na blago nagnutom području usled povećanja podzemnih voda, pojavilo se površinsko oticanje, koje je u istočnoj zoni grebena dovelo do stvaranja značajnih suvišnih



önmagukban is nagy vízellátottsági szélsőségeket tudnak okozni a vidéken – sokszor még egy időben is. A természeti okok számos társadalmi okkal egészülnek ki.

A fentieket is figyelembe véve kutatási területünkön az alábbi főbb vízkonfliktusokkal kell számolni.

- Szélsőséges csapadékviszonyok, amelyek időnként belvizek kialakulásához (ezzel együtt a káros többletvizek elvezetéséhez), máskor pedig a terület vízfolyásai (többnyire természetes terepmélyedésekben kialakított csatornák) tartós kiszáradásához vezet. Mindez együtt jár azzal is, hogy ezeknek a viszonylag rövid (néhány tíz km hosszú) vízfolyásoknak az élővilága igen kiszolgáltatott helyzetben van. De egy-egy csatorna különböző szakaszai is más-más vízellátottsággal rendelkezhetnek. Jó példája ennek, hogy a Duna-Tisza közti homokhátság magasabb részein levő csatornák még folyamatosan átlag felletti havi csapadéku 2010-es évben sem szállítottak vizet, ezzel szemben az alsó szakaszokon még szárazabb években is van (legalább időszakos) lefolyás.
- A szélsőséges csapadéktevékenység a bel- és külterület vízelvezetési gyakorlatban is konfliktusokat generál. Napjainkban az „elvezetés” elve dominál, a települési csapadékgazdálkodás a hasznos vízkészlet megőrzését nem támogatja, általában egyesített rendszeren keresztül (szennyvízhálózat) a tisztítóműre vezeti a csapadékvizet, majd a tisztított használtvizekkel együtt a felszíni befogadóba juttatják. Ez az éves szinten jelentős készlet így nem tud hasznosulni, a burkolt felületek arányának növekedésével, valamint a nagycsapadékok gyakoriságának emelkedésével a lefolyási hányad egyre nő, tehát antropogén hatásra is fokozódik a szárazodás. A

unutašnjih voda. Sve ovo pokazuje, da prirodni uslovi već sami po sebi mogu da prouzrokuju velike krajnosti u vodosnabdevanju na ovom području – često i istovremeno. Prirodni uzroci su dopunjeni i sa brojnim društvenim uzrocima. Imajući u vidu i gornje pomenuto na istražnom području treba očekivati sledeće glavne konflikte u upavljanju vodenim sistemima.

- Ekstremne količine padavina, koje ponekad stvaraju višak unutrašnjih voda (zajedno sa odvođenjem štetnih viškova), a ponekad dovode do trajnog isušivanja potoka (uglavnom su to kanali u prirodnim udubljenjima terena). Sve ovo podrazumeva, da u ovim, relativno kratkim (nekoliko desetina kilometara dugačkim) kanalima, ekosistem je u veoma ranljivom položaju. Ali i pojedini delovi kanala mogu imati različite vrednost vodosnabdevanja. Dobri primeri su kanali na višim delovima peskovitog grebena međurečja Dunava i Tise, koji su i za vreme natprosečnih vrednosti padavina (2010 godina) bili suvi, dok na donjim delovima terena čak i u sušnijim godinama (makar povremeno) ima oticanja.
- Ekstremne padavine, prilikom drenaže unutrašnjih i spoljašnjih površina mogu da generišu konflikte. Danas dominira princip „odvođenja”, prilikom upravljanja vodama, naselja ne podržavaju sakupljanje i čuvanje padavina jer iste pomoću sabirnog sistema (kanalizacija) zajedno sa otpadnim vodama odvede do sistema za prečišćavanje. Na takav način padavine na godišnjem nivou postaju neiskorištene, već i zbog porasta asfaltiranih površina, kao i povećavanjem učestalosti velikih padavina, stopa oticanja raste, odnosno usled antropogenog dejstva povećava se suša. Izrada odgovarajuće metode za upravljanje vodom iz padavinama i

csapadékgazdálkodás módszertanának megfelelő kidolgozása és alkalmazása a térség szempontjából kiemelt feladat.

- A viszonylag sűrű csatornahálózat el-  
lenére – jelen körülmények között – a  
vízfolyások öntözésre alig alkalmasak.  
Ennek két fő oka van. Egyrészt a táj al-  
földi jellege ellenére a vízfolyásoknak  
számottevő esése van, azaz a területről  
a vizek elvezetése gravitációsan törté-  
nik, viszont a Tisza irányából (zsilipek  
és a vízemelést biztosító szivattyúk hiá-  
nyában) vízpótlásra alig van lehetőség.  
Másrészt a csatornába kerülő víz mi-  
nősége is gyakran kifogásolható, aminek  
számos oka van.
- A települési- és területi vízgazdálkodás  
egyik fontos konfliktusa (lesz) a keletke-  
ző tisztított használtvizek felértékelődé-  
se és újrahasznosítása. A nagyobb tisztí-  
tási fokozatok kiépülésével (korszerűbb  
technológiák alkalmazásával), a hasz-  
náltvizek (szürke vizek) minőségi javulá-  
sa következtében, ezen készletek egyre  
szélesebb körű felhasználására nyílik  
lehetőség. Mindez különösen fontos,  
hiszen az értékes rétegvíz készlet  
kitermelése és viszonylag kis mértékű  
hasznosítása után jelentős költségek  
árán kerül megtisztításra, majd elveze-  
tésre. A szikkasztórendszerek kiváltásá-  
val a talajvíz készletek „megtámasztása”  
így megszűnik, tovább fokozva a vízszint  
és ezáltal a készletcsökkenését. A szür-  
kevizek kitermelési helyhez közel törté-  
nő hasznosításának feltételeit, módszer-  
tanát ki kell dolgozni és be kell vezetni, a  
részben megújuló vízkészletek védelme  
érdekében.
- Az öntözéshez szükséges felszíni vizek hi-  
ánya miatt szárazság/aszály idején a gaz-  
dák felszín alatti vízkészletből öntöznek,  
ami tovább fokozza a klimatikus okok  
miatt egyébként is csökkenő talajvíz-

koriścjenje istog je prioritetni zadatak sa  
tačke gledišta regije.

- Uprkos relativno gustoj mreži kanala  
– u sadašnjim okolnostima – oni su  
jedva pogodni za navodnjavanje.  
Postoje dva osnovna razloga za to.  
Prvo, uprkos ravničarskom karakteru  
površine, potoci imaju značajni pad,  
odnosno, odvođenje vode sa terena  
se vrši gravitacijski, međutim iz pravce  
Tise (bez brane i pumpi za prebacivanje  
vode) dotok vode je nemoguće. Sa  
druge strane, kvalitet vode koja ulazi  
u kanale, je često nezadovoljavajuće,  
zbog različitih razloga.
- Jedan od bitnih konflikata prilikom  
opštinskog i regionalnog upravljanja  
vodnim resursima, je (biće) da korišćene  
i prečišćene vode će dobiti na značaju,  
prilikom reciklaže. Izgradnjom kvaliternijih  
sistema za prečišćavanje (koristeći  
modernijih tehnologija), povećavanjem  
kvaliteta prečišćenih voda (sive vode),  
stvara se sve veća mogućnost za sve šire  
primene ovih resursa. Ovo je posebno  
važno, jer posle ekstrakcije vrednih  
slojeva vode i relativno malog stepen  
iskorišćavanja, potrebna su začajna  
sredstva za prečišćavanje i odvođenje.  
Korišćenjem sistema infiltracije, ne  
dolazi do „dopune” podzemnih voda, što  
dalje povećava opadanje nivoa a time i  
do smanjenja zaliha. Potrebno je izraditi  
i uvesti metodologiju prečišćavanja i  
korišćenja sive vode, u blizini lokacije  
nastanka, u cilju zaštite obnovljivih  
vodnih resursa.
- Zbog nedostatka površinskih voda  
potrebnih za zalivanje, u toku suše  
poljoprivrednici koriste podpovršinske  
vode za navodnjavanje, što dodatno  
povećava smanjenje resursa podzemnih  
voda, koja je već i ovako opala zbog  
klimatskih razloga. To će dovesti do



készletek hiányát. Ez a vízgyűjtőn tapasztalható eltérő mértékű vízszintsüllyedések miatt területi aránytalanságokhoz is vezet, hiszen egyes területeken a talajvíz szintje 6 méter alá is süllyedhet, így ott egyre nagyobb energia befektetésre lesz szükség a hasznosítandó vízkészlet kitermeléséhez. Ez (szélsőséges esetben) a térség népességmegtartó képességét is negatívan befolyásolja.

- A felszíni vízhiány csökkentésének egy logikus útja lehetne a területről lefolyó vizek visszatartása. Ez azonban több ok miatt sem egyszerű. A területen időszakosan kialakuló víztöbblet időbeli és térbeli gyakorisága nagyon esetleges, a többlet vizek visszatartása minőségi romlást okoz a vizekben (káros sóartalom-, tápanyag- vagy vegyszertartalom-sódása a talajokból, eutrofizáció), de károsíthatja a talajokat is. Ezeket túlmenően a gazdálkodók többnyire rövid távon gondolkodnak (és csak a saját érdekeiket nézik), a vízvisszatartás pedig tipikusan a területi vízháztartás érdekeit szolgálja.
- A területi vízgazdálkodás is tipikusan olyan környezeti kérdés, amikor az egyik helyen elvégzett beavatkozás gyakran más területeken okoz (kedvező, vagy kedvezőtlen) változást. Ennek példája lehet, hogy a vajdasági területen végzett fokozott felszínalatti vízkivételek már jól kimutatható, tartós talajvízszint-csökkenést okoznak a Duna-Tisza közti homokhátság DK-i részén. Olyan helyzetekben nagyon nehéz meggyőzni a gazdálkodókat arról, hogy takarékoskodjanak a vizekkel, amikor a tevékenységük kárát nem ők érzik, vagy a hasznából nem ők részesednek.
- A vízügyi igazgatás „rugalmatlansága” esetenként szintén nem segíti a vízproblémák megoldását. A területi vízügyi

regionális neravnomernosti zbog različite vrednosti opadanja nivoa vode na vodozahvatima, jer u nekim oblastima nivo vode može da padne i ispod šest metara, tako da će tamo biti potrebno još više uložene energije za vađenje vodnih resursa. To (u ekstremnim slučajevima) negativno utiče i na zadržavanje stanovništva u regionu.

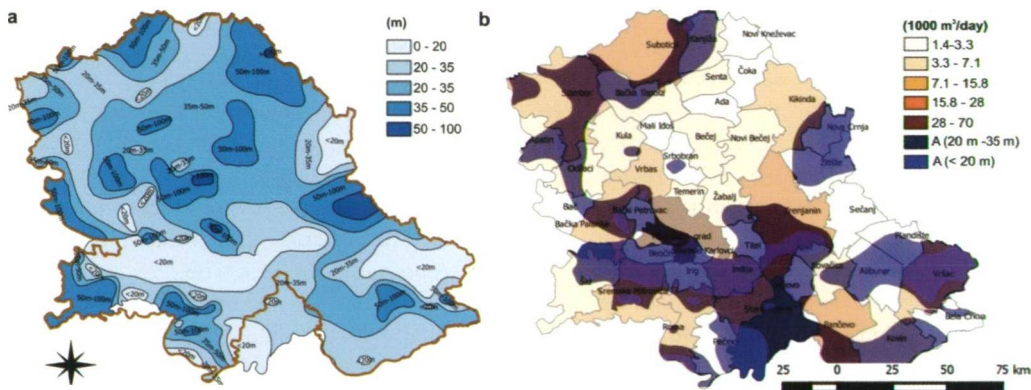
- Za smanjenje nedostatka površinskih voda, bilo bi logičan način da se zadrže vode, koje se odliju sa područja. Međutim ovo nije jednostavno zbog nekoliko razloga. Na području periodično se pojavljuje višak vode, čija frekvencija u prostoru i vremenu je veoma nesigurna, zadržavanje viška vode šteti kvalitetu vode (štetni sadržaj soli, oslobađanje hranljivih materijala i veštačkog đubriva, hemikalija iz tla, eutrofikacije), ali i oštećuje zemljišta. Osim toga poljoprivrednici, većinom razmišljaju na kratkim vremenskim stazama (i gledaju samo sopstvene interese), a zadržavanje vode tipično služi u interesu regionalnog vodnog bilansa.
- Regionalno upravljanje vodom je tipično pitanje vezano za životnu sredinu, kada intervencija izvršena na jednom mestu, na drugoj lokaciji će izazvati (povoljne ili nepovoljne) promene. Primer za ovo može biti slučaj, kada na teritoriji Vojvodine, usled povećanja apstrakcije podzemnih voda iz tog područja, dokumentovano je trajno smanjenje nivoa podzemnih voda, na jugoistočnoj strani peskovitog grebena između Dunava i Tise. U ovakvim situacijama, vrlo je teško uveriti poljoprivrednike, da štede vodu, jer oni ne osećaju ni prednosti ni štetu svojih postupaka, niti imaju udeo u profitu.
- „Nefleksibilnost” sistema za upravljanje vodom, ponekad isto tako ne pomaže u rešavanju problema sa vodom. Regionalni stručnjaci veoma često bi

szakemberek sokszor tudnák, hogy milyen beavatkozások segítenék leginkább a hatékony vízkészlet-gazdálkodást, azonban azt számos adminisztratív megkötés, rugalmatlan döntési mechanizmus, a tulajdonviszonyok és érdekelleték megakadályozzák a munkájukat.

A felszín alatti víztározó rétegek vastagsága alapján meg lehet becsülni az elérhető vízkészlet nagyságát a Vajdaságban. A legnagyobb konfliktus azon települések esetében azonosítható, ahol a víztározó rétegek vastagsága 20 méter alatti (2.10. ábra). A nagy vízfogyasztásnak, valamint a limitált készleteknek köszönhetően, a Vajdaság területének közel a felén jellemző a vízfogyasztás és a vízkészletek közötti konfliktus. A legnagyobb konfliktussal jellemezhető területen 179 399 fő, míg a mérsékelt konfliktussal jellemezhető zónában 729 955 fő él. A Vajdaságban 909 354 fő él, mely körülbelül Szerbia népességének a felét teszi ki.

znali, kakve intervencije bi mogli najviše pomoći u najefikasnijem upravljanju vodnim resursima, međutim niz administrativnih zabrana, nefleksibilni mehanizmi za donošenje odluka, vlasništva i sukobi interesa sprečavaju ih u njihovom radu.

Možemo proceniti veličinu raspoloživih vodnih resursa u Vojvodini, na osnovu debljine podzemnih slojeva vode. Najveće konflikte (sukobe) možemo identifikovati u tim naseljima, gde je dubina slojeva rezervoara vode manja od 20 metara (Slika 2.10). Zahvaljujući visokoj potrošnji vode i ograničenim zalihama, skoro na polovini teritorije Vojvodine pojavljuje se konflikt (sukob) između potrošnje vode i vodnih resursa. U oblastima sa najvećim konfliktom stanuje 179 399 osoba, u oblastima sa umerenim sukobima 729 955 osoba živi. Na teritoriji Vojvodine živi 909 354 stanovnika, koja čini približno polovinu stanovništva Srbije.



2.10. ábra a) A felszín alatti víztározó rétegek vastagsága; b) a régió vízfogyasztása  
Slika 2.10 a) Debljina podzemnih slojeva vode; b) Reginalna podela potrošnje vode  
Fig. 2.10 a) Thicknesses of subsurface aquifers and b) the water consumption of the region

További konfliktust jelent a kisvizes időszakokban a lassuló folyóvízi közlekedés. Például a Száván 2012 szeptemberében Szávaszentdemeter és Szabács közötti szakaszon teljesen megállt a folyóvízi szállítás. 2012 augusztusában a Dunán a vízszint a biztonsá-

Dalji konflikt pretstavlja usporenje saobraćaja na rekama, u periodima niskog vodostanja. Na primer na Savi u septembru 2012, na deonici između Sremske Mitrovice i Šapca u potpunosti je stao fluvijalni prevoz. U avgustu 2012 godine vodostaj na Dunavu je



gos átkelés közelében volt Pancsovánál, a nagyobb hajókat megállították.

A vízhiány az öntözést és az állattartást is érinti. Szerbia déli részein a települések időszakos vízellátási problémákkal szembesültek – megnövekedett vízfogyasztás jelentkezett a hőség miatt, mely együtt járt a folyók alacsony vízszintjeivel. A leginkább érintett városok voltak: Prokuplje, Niš, Požarevac, Nova Varoš, Novi Pazar, Veliko Gradište és Belgrád egyes részei.

A vízienergia-termelésben is csökkenést tapasztaltak a Duna, Drina és Lim folyók kis vízállása miatt. Az aszály és a hóhullámok miatt rekord szintű energiafogyasztás lépett fel ugyanekkor, és a 20%-al kisebb energiamennyiség miatt energiainportra volt szükség.

### 2.3. Tájhasználati konfliktusok

*Szilassi Péter, Srđan Popov*

A területhasználati konfliktusok fogalmával kapcsolatban mind a magyarországi, mind a nemzetközi szakirodalomban eltérő definíciókkal találkozhatunk. A magyar nyelvű tájtervezéssel foglalkozó publikációk szerint (Csemez 1996) akkor beszélünk területhasználat (tájhasználati) konfliktusokról, ha egy területen az aktuális területhasználat nem felel meg a táji adottságoknak, azaz a táj funkciójának. Ilyen esetekben sok esetben túlhasználat alakulhat ki, amely végső soron a táj degradációjához, és a táji adottságok (tájpotenciál) csökkenéséhez vezet. Csemez (1996) a tájhasználati (területhasználati) konfliktusok három alapvető formáját különíti el egymástól:

- (1) Funkcionális tájhasználati konfliktust, mely abban az esetben alakul ki, ha a társadalmi igények, elvárások, és a táji adottságokból eredő optimális tájhasználat között ellentét feszül;

bio toliko nizak, da je prelazak brodova je bio zabranjen u blizini Pančeva.

Nedostatak vode utiče i na navodnjavanje i na uzgoj životinja. Naselja u južnim delovima Srbije su se suočili sa privremenim problemima – povećana je potrošnja vode, zbog velikih vrućina, koju je pratio niski vodostaj u rekama. Najviše pogođeni gradovi su bili: Prokuplje, Niš, Požarevac, Nova Varoš, Novi Pazar, Veliko Gradište i pojedini delovi Beograda. Uočeno je smanjenje proizvodnje električne energije u hidroelektranama, zbog niskog vodostaja Dunava, Drine i Lima. Zbog suše i toplotnih talasa pojavila se rekordna potrošnja energije a u isto vreme proizvodnja se smanjila za 20% i zbog toga bio je neophodan uvoz električne energije.

### 2.3. Konflikti korišćenja zemljišta

*Szilassi Péter, Srđan Popov*

U pogledu definisanja konflikta upotrebe zemljišta mađarska, kao i međunarodna literatura nudi različite definicije. U okviru publikacija o planiranju reljefa mađarskog autora (Csemez 1997), konflikt upotrebe zemljišta se javlja kada tekuća upotreba zemljišta nije usklađena sa osobinama datog zemljišta (funkcijama zemljišta). U takvim slučajevima može doći do prekomerne upotrebe zemljišta koja vodi do degradacije reljefa i osiromašenja osobina reljefa (potencijala reljefa). Csemez (1996) razlikuje tri osnovna obrasca konflikta upotrebe zemljišta:

- (1) Funkcionalni konflikt upotrebe zemljišta, javlja se kada dođe do suprotstavljanja socijalnih potreba, očekivanja i optimalne upotrebe zemljišta zasnovane na osobinama reljefa;
- (2) Estetski konflikt, javlja se kada se upotreba zemljišta ne uklapa u karakter reljefa narušavajući njegovu estetsku vrednost;

(2) esztétikai konfliktust, mely akkor alakul ki, ha a tájhasználat nem illeszkedik a tájkarakterbe, rontja a táj esztétikai értékét;

(3) tájökölógiai konfliktust, mely akkor alakul ki, ha az adott tájhasználat irreverzibilis módon csökkenti a fajgazdagságot, illetve élőhely degradációt okoz.

A tájhasználati konfliktusok közül a litoszférát a bányászati tevékenységekből eredő konfliktus jellemezheti. Az alföldi területeken főleg az útépitéshez szükséges homok, valamint a folyómedrekből történő kavics kitermelés jelentősebb. Sok helyen találhatunk ma a kitermelések helyén tavakat, melyek jelenleg is turisztikai, valamint ökológiai funkciót is ellátnak. A homokbányák partfala pedig sok esetben nyújt fészkelőhelyet a madarak számára. Ipari tevékenység hiányában pozitív formák nem jellemzőek, egyedül a síkvidéki hulladéklerakók környezetterhelése jelent jelenleg is konfliktusforrást. A hidroszféra konfliktusai mind minőségi és mennyiségi jellegűek. Minőségi problémákat okoz a kommunális és ipari szennyvizek álló és folyóvizekbe történő bevezetése, valamint a műtrágyázás hatása, mely a régió több állóvize számára okozhat jelentős szennyezést, és elősegíti az eutrofizációt. Mennyiségi problémát a megnövekedett vízigény és vízkitermelés is okozza. Az öntözéshez a régióban felszín alatti vizeket és felszíni vizeket (folyókból és öntözőcsatornákból is) használnak. Az elmúlt évszázad folyószabályozásai és belvízmentesítéseivel a lakosság jelentős művelhető területhez jutott. A mélyebben fekvő, vízállásos területek lecsapolásával ugyan a magasabban fekvő szántóterületek vízborítás mentessé váltak, azonban a vízborítás hiányában elkezdődött a vizes területek vegetációjának és állatvilágának megváltozása és degradációja. Ez jelenleg is konfliktusforrás, hiszen a természetes vegetáció számára a vízborítás lenne

(3) Ekološki konflikt, javlja se kada postojeća upotreba zemljišta ireverzibilno narušava biodiverzitet što dalje izaziva degradaciju staništa.

U pogledu konflikta upotrebe zemljišta, litosfera se može okarakterisati konfliktom nastalim kao posledica eksploatacija ruda i minerala. U ravničarskim područjima ističe se eksploatacija peska za potrebe izgradnje puteva kao i eksploatacija šljunka iz rečnih basena. Na nekoliko lokacija nekadašnjih rudnika nastala su jezera koja imaju turistički i ekološki značaj. Takođe, često je slučaj da nasipi nastali prilikom eksploatacije peska služe kao mesta za gneždjenje ptica. U nedostatku industrijskih aktivnosti, pozitivni efekti deindustrijalizacije su izostali i jedino uticaj deponija na životnu sredinu u ravničarskim područjima može izazvati konflikt. Konflikt u okviru hidrosfere može se okarakterisati i kvalitativno i kvantitativno. Uzrok kvalitativnih problema predstavlja ispuštanje komunalnih i industrijskih otpadnih voda u stajaće i tekuće vode. Takođe, uticaj veštačkih đubriva može izazvati značajno zagađenje i pospešiti eutrofikaciju u nekoliko stajaćih voda u region. Kvantitativni problemi ogledaju se u porastu potražnje i eksploatacije vode. Za potrebe navodnjavanja vrši se eksploatacija i podzemnih i površinskih voda (iz reka i kanala za navodnjavanje) u region. Zahvaljujući kontrolisanju rečnih tokova i odvodnjavanju koje je vršeno tokom prošlog veka, stanovništvo danas raspolaže značajnom količinom obradivog zemljišta. Odvodnjavanjem vode sa nižih plavnih područja, obradiva područja više nadmorske visine ostala su bez vodenog pokrivača. Usled nedostatka vodenog pokrivača u močvarama su započele promene i degradacija vegetacije kao i redukcija divljih životinja. Nekadašnji vodeni pokrivač bi bio optimalan za razvoj prirodne vegetacije, stoga navedeni nedostatak i dalje predstavlja izvor



optimális, a vízvisszatartás következtében azonban időszakosan elöntésre kerülhetnek művelt területek is, ami a gazdálkodók számára gazdasági következményekkel jár. Az atmoszféra konfliktusai közül a jelentős ipari termelés hiányában a szennyezőanyag-kibocsátás a mintaterületen nem jellemző, egyedül a forgalmasabb közutak közlekedése által okozott környezetterhelés jelentkezhetsz jelentősebb problémaként. Az atmoszféra konfliktusai között a levegő porterhelése a legjelentősebb probléma. A közlekedéssel levegőbe kerülő por mellett jelentős a művelt területekről származó pormennyiség is. A bioszféra tekintetében a természetvédelem helyzete emelhető ki első sorban. A lecsapolásokkal a terület jelentős részét művelés alá vették, a természeti területek fragmentáltak, kevés a nagy kiterjedésű összefüggő természeti terület, az ökológiai folyosók rendkívül jelentős szereppel bírnak. Természetes erdők szinte alig találhatók, csak a folyók hullám és árterén. A mintaterület homokhátsági részén a telepített erdők jellemzőek, főként akácot és fenyőerdőket telepítettek. Az ártéri területeken kívül leginkább szárazgyepek és nedves kaszálók maradtak fenn. A Vajdaság csernozjom talajait szinte teljes mértékben művelés alá vonták. A homoki szántók parlagosodását lehet megfigyelni a magasabb fekvésű területeken, köszönhetően a Duna-Tisza közén megfigyelt talajvízszint süllyedésnek. A fennmaradt vizes élőhelyek viszont számos növény és állatfajnak nyújtanak jelenleg is élőhelyet.

A 20. század városiasodása további tájhasználati konfliktusokat hozott. Az üdülőtérületek kiterjedése és a lakóparkok szaporodása miatt a beépített területek kiterjedése növekedett. Ennek következményeként változtak a környező területek vízháztartási viszonyai (növekvő felszín alatti vízkivétel, a beépített felszíneken módosuló evaporációs és lefolyási jellemzők, csatornázás hatásai), hőmérsékleti viszonyai,

konfliktusai. Dodatno, usled retencija vode, kultivisana poljoprivredna područja mogu biti plavljena što može izazvati ekonomske posledice za poljoprivrednike. Razmatrajući konflikt u okviru atmosfere, zapaža se da usled nedostatak industrijske proizvodnje visoke emisije zagađenja nisu karakteristične za području od interesa. Jedini uticaj na životnu sredinu koji može izazvati značajnije probleme jeste transport na prometnim saobraćajnicama. Najznačajniji problem u okviru konflikt u atmosferi predstavlja visoka koncentracija prašine u vazduhu. Osim prašine koja potiče od transporta, značajna je i količina prašine koja nastaje u okviru kultivisanih područja. Razmatrajući biosferu, na prvom mestu bi mogla da se istakne situacija u pogledu zaštite životne sredine. Usled odvodnjavanja, najveći deo područja je kultivisan, prirodne površine su fragmentirane, tako da su prostrane, kontinualne prirodne površine retkost. Stoga postojanje ekoloških koridora izuzetno je značajno. Prirodne šume su, takođe, retkost, izuzimajući plavna područja. U okviru područja od interesa peskovite površine eolskog porekla obično su pošumljene. Uglavnom su sađene bagremove i borove šume. Izvan plavnih područja preostali su suvi travnjaci i vlažne livade. Zemljište černozem je na području Vojvodine gotovo u potpunosti kultivisano. Smanjenje površine pešćanih polja opaža se u područjima viših nadmorskih visina usled osetnog smanjenja nivoa podzemne vode u međurečju Dunava i Tise. Nasuprot tome, preostala vlažna staništa pružaju dom za različite vrsta biljaka i životinja.

Tokom XX veka, urbanizacija je proizvela dodatne konflikt upotrebe zemljišta. Usled širenja naseljenih mesta i turističkih centara došlo je do povećane ekspanzije izgrađenog područja. Kao posledica urbanizacije vodni bilans (povećana eksploatacija podzemne

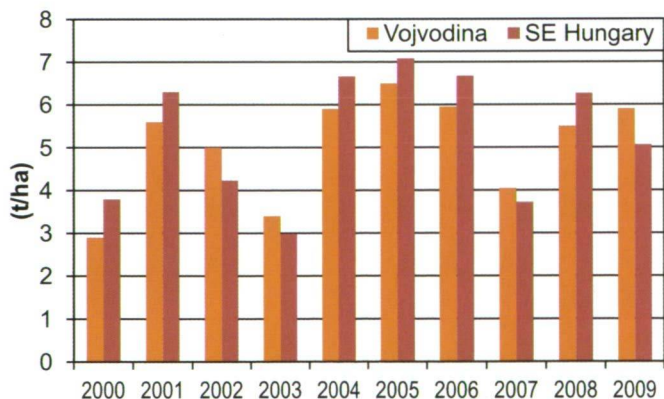
a városok környezetében nőtt a közlekedés miatti levegő és zajszennyezés és a természeti területek zavarása. Habár a vidék szerepe az elmúlt évtizedekben felértékelődött, a tájgazdálkodás még nem bevett gyakorlat a régióban, inkább a jó talajtulajdonságok miatt az intenzív mezőgazdasági termelés van előtérben, az állattartás és a legeltetés jelentősége kisebb. Az intenzív mezőgazdasági termeléssel összefüggően tájhasználati konfliktust jelent a termőföldek degradációja, melynek fő okai a régióban a települések terjeszkedése, az ipari, bányászati és közlekedési létesítmények, erózió (szél, víz), talajok szikesedése és a tápanyagveszteség.

Ahhoz, hogy a Vajdaságban és a Dél-Alföldön konfliktusoktól mentes, fenntartható tájhasználat legyen a jellemző, a megfelelő döntés előkészítéshez szükség van az aszály gazdasági, és társadalmi hatásainak komplex elemzésére. Az aszály okozta társadalmi, gazdasági problémák közül a legmarkánsabb a mezőgazdasági terméseredmények drámai csökkenése az aszályos években (2.11. ábra). Kétségtelen tény, hogy régió éghajlati viszonyaira legérzékenyebb gazdasági ágazat a me-

vode, promene u evaporaciji i uslovima oticanja na izgrađenim područjima, uticaji kanalizacije) kao i temperaturni uslovi su se promenili u okolnim područjima. Takođe, u okolini gradova zagađenje vazduha i zagađenje bukom se povećalo usled učestalog transporta i narušavanja prirodnih površina.

Iako je uloga ruralnih površina postala cenjenija tokom protekle decenije, upravljanje zemljištem još uvek nije postalo uobičajena praksa u region. Usled pogodnih karakteristika zemljišta poljoprivredna proizvodnja je naglašena, dok su držanje stoke i ispaša manje zastupljeni. Kao posledica intenzivne poljoprivredne proizvodnje degradacija zemljišta ukazuje na konflikt upotrebe zemljišta. Konflikt upotrebe zemljišta je osnovni razlog ekspanzije naselja, industrijskih, rudarskih i transportnih objekata, erozije (eolske, rečne), salinizacije zemljišta i gubitka nutrijenata u regionu.

Kako bi bezkonfliktna, održiva upotreba zemljišta postala uobičajena praksa u Vojvodini i Velikoj južnoj ravnici, neophodno je analizirati kompleksne ekonomske i socijalne uticaje suše sa ciljem donošenja odgovarajućih odluka.



2.11. ábra A kukorica terméshozama a Vajdaságban és Dél-Magyarországon (Forrás: AKI és Banski et al. 2010)

Slika 2.11 Prinos kukuruza u Vojvodini i Jugo-istočnoj Mađarskoj (Izvor: KSH i Banski et al. 2010)

Fig. 2.11 Maize yields in Vojvodina and SE Hungary (Data source: KSH and Banski et al. 2010)

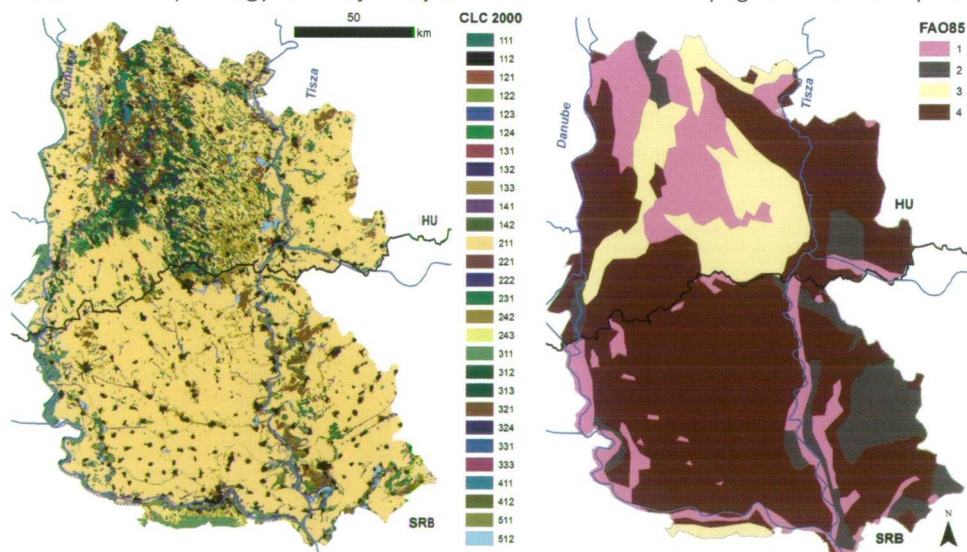


zőgazdaság, azon belül a szántóföldi növénytermesztés.

A Vajdaságban és Dél-Alföldön a mezőgazdasági területek fokozott klímaérzékenysége miatt a térségi, település szintű területi tervezés folyamán különösen fontos kérdés vizsgálni az agrár-dominanciájú tájak érzékenységet (Bussay et al. 1999, Rakonczai 2006, Láng et al. 2007) (2.12. ábra). A Duna-Tisza közti homokhátság legelterjedtebb talajtípusa a futóhomok. A humuszban gazdagabb humuszos homoktalajok termékenysége a szélsőséges, a homokokra jellemző vízgazdálkodás és a kis tápanyagtőke miatt gyenge. Ezen területek aszályérzékenysége fokozott lehet. Ezeken éppen ezért alacsonyabb a szántóterületek aránya. A szikes talajok területek esetében a szoloncsákok és szoloncsák-szolonyecsek dominanciája érvényesül. E talajok kialakulásában a vízben oldható sók, különösen a nátriumsók szerepe nagy a talaj tulajdon-

Među socijalnim i ekonomskim problemima koji su izazvani pojavom suše, najizraženiji problem je dramatičan pad poljoprivrednih prinosa tokom sušnih godina (Slika 2.11). Neosporno je da je najosetljivija privredna grana u pogledu klimatskih uslova regije poljoprivreda i u okviru nje proizvodnja useva.

Obzirom na povećanu osetljivost poljoprivrednih površina na klimatske promene u Vojvodini i Velikoj južnoj ravnici, neophodno je ispitati osetljivost pretežno poljoprivrednih površina prilikom planiranja regionalnog razvoja na nivou grada (Bussay et al. 1999, Rakonczai 2006, Láng et al. 2007) (Slika 2.12). Najkarakterističniji tip zemljišta u međurečju Dunava i Tise jeste peskovito zemljište eolskog porekla. Plodnost humusnih peskovitih zemljišta bogatijih humusom je niska usled ekstremnog upravljanja vodom, karakteristika peska i niskog hranljivog kapitala u poređenju sa černozeom. U pogledu navedenih područja



**2.12. ábra.** A mintaterület területhasználata a CorineLandcover 2000, valamint a főbb talajtípusok a FAO85 adatbázisa alapján (1:Fluvisol, Arenosol, Solonetz-Solonczak; 2: Gleysol, Vertisol; 3:Cambisol; 4:Chernozem, Phaeozem)

**Slika 2.12** Upotreba zemljišta u okviru istraživanog prostornog okruženja, Izvor: CorineLandcover 2000, i osnovni tipovi zemljišta po bazi podataka FAO85

(1:Fluvisol, Arenosol, Solonetz-Solonczak; 2: Gleysol, Vertisol; 3:Cambisol; 4:Chernozem, Phaeozem)

**Fig. 2.12** Land use in the study area based on CorineLandcover 2000, and the main soil types according to FAO85 database (1:Fluvisol, Arenosol, Solonetz-Solonczak; 2: Gleysol, Vertisol; 3:Cambisol; 4:Chernozem, Phaeozem)

ságainak alakításában. A só-felhalmozódás a száraz éghajlat vagy a felszínközeli sós talajvíz következményeként állhat elő. Ezek a területek védett természeti területek, rétek és legelők, melyeken a vízhiánynak köszönhető vízborítás csökkenés okozhat jelentős változásokat. A terület domináns talajtípusának a csernozjomokat tekinthetjük, melyek a legkedvezőbb termékenységűek, ők a legkevésbé kitettek az aszály hatásának. Kedvező termékenységük miatt azonban ezek a területek szinte teljes egészében mezőgazdasági művelés alatt állnak, ezért az erősebb aszályok jelentős termés kiesést, így a legjelentősebb gazdasági károk ezeken a területeken jelentkezhetnek.

## 2.4. Táji érzékenység

*Mezősi Gábor, Ladányi Zsuzsanna, Blanka Viktória, Rakonczai János, Burghard Meyer*

### Bevezetés

A klímaváltozásnak köszönhetően számos ökoszisztémában fiziológiai, fenológiai, fajeloszlás változások, valamint ökológiai stabilitási problémák észlelhetők (Menzel és Fabian 1999, Hughes 2000). Hosszútávon a csökkenő ökológiai stabilitás csökkent biodiverzitást, fajkihalást vagy csökkenést eredményez az ökoszisztéma szolgáltatásokban (Kovács-Láng et al. 2008). A klímaváltozás erőteljesen befolyásolja az olyan természeti területeket, melyek a növekedő hőmérsékletnek és a változó csapadékmennyiségnek köszönhetően hidrológiai problémákkal néznek szembe. Ilyen területek pl. a vizes élőhelyek, ahol a víz jelentős korlátozó tényező; az ökoszisztémák tartósan kibillennek egyensúlyi állapotukból, és a csökkenő csapadékmennyiség miatt degradálódnak. Ráadásul a növekedő abiotikus (tűzek, áradások, viharok, hóhullámok, aszály,

postoji mogućnost povećanja osetljivosti na sušu. Zbog toga obradivo zemljišta u razmatranom prostornom okruženju je manje zastupljeno. Kada je reč o zaslanjenim zemljištima dominantno su zastupljeni tipovi solončak i solončak-solonjec. Soli razgradive u vodi, posebno natrijumove soli značajno utiču na karakteristike navedenih zemljišta. Akumulacija soli je posledica suve klime ili slane podzemne vode na malim dubinama u odnosu na površinu zemlje. Razmatrana područja obuhvataju zaštićena prirodna dobra, livade i pašnjake na kojima smanjenje vodenog pokrivača (usled nedostatka vode) može da izazove ozbiljne promene. U okviru navedenog područja, černoze mi se mogu smatrati dominantnim tipom najplodnijeg zemljišta. Zemljišta tipa černoze mi najmanje podležu uticaju suše. Obzirom da su navedene površine zemljišta tipa černoze mi izrazito plodne, gotovo sve su kultivisane za potrebe poljoprivredne proizvodnje. Velike suše mogu da izazovu gubitak prinosa, stoga bi najveća ekonomska šteta mogla da nastane u razmotrenom području.

## 2.4. Osetljivost predela

*Mezősi Gábor, Ladányi Zsuzsanna, Blanka Viktória, Rakonczai János, Burghard Meyer*

### Uvod

Usled klimatskih promena, primećene su fiziološke i fenološke promene, promene u prostornoj distribuciji vrsta i problem ekološke stabilnosti (Menzel i Fabian 1999, Hughes 2000). Posmatrano na duži vremenski priod, nestabilnost ekološkog sistema rezultira smanjenim biodiverzitetom i gubitkom vrsta (Kovács-Láng et al. 2008). Klimatske promene imaju snažan uticaj na one regije koje su već na hidrološkom udaru



stb.) és biotikus (pl. kártevők elszaporodása) zavarások, melyek a gyorsan változó klímát követik, felgyorsíthatják az ökoszisztémák változásait (Hobbs et al. 2006).

Az érzékenység és potenciális sérülékenység vizsgálható táji indikátorok segítségével, amely egyesíti a tájökológiát és a hozzá kapcsolódó tudományágakat az ökológiai folyamatok és működések fenntarthatóságának és sérülékenységének felmérésében (Pitchford et al. 2000). A táji indikátorok módszerét sikeresen alkalmazzák már környezeti monitoringoknál, és e módszer segítségével olyan mintákra és összefüggésekre derülhet fény, melyek nem nyilvánvalóak meglévő tájismeretek alapján (Clagett et al. 2007).

Célunk az volt, hogy kielemezzük a különböző tájtipusok aszályra való érzékenységét az indikátor módszerrel, különös tekintettel a Duna-Tisza köze védett területeire. Az érzékenységet külön-külön a talaj vízháztartása, az elérhető talajvízkészletek, a növényzet biomassza produkciója és a szélrózsió-veszély indikátorai alapján mértük fel. Az eredményeket egy kombinált érzékenységi térképen összegeztük, mely megmutatja a befolyásoló tényezőket területhasználati osztályok, valamint védett területek szerint.

### Mintaterület és módszerek

A mintaterület (2.13. ábra) a Pannon Biogeográfiai Régió fontos része a Kárpát-medencében, mivel ez egy olyan bioszféra rezervátum, amely a Duna folyóvízi üledékein jött létre. Négy nagyobb tájegységből áll: a középső rész, melyet homoklepek és homokdűnék borítanak (Kiskunság), az északeleti rész, melyet termékeny talajú lösz jellemez (Bácska), valamint a Duna és Tisza hordalékkúp síksága.

A táj érzékeny a természeti és ember okozta változásokra. Az egyik legjelentősebb környezeti tényező az éghajlat, és annak észlelhető változásai (Bartholy és Pongrácz 2007), melyeket

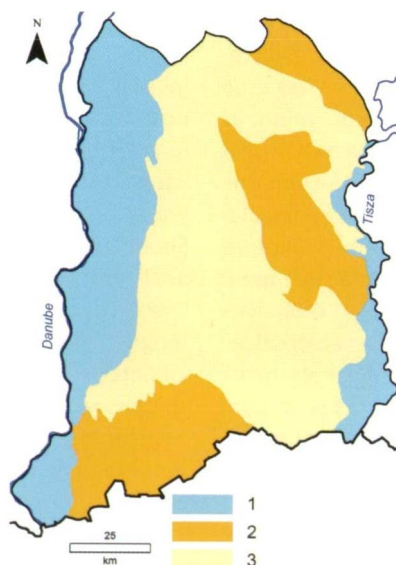
usled promena u temperaturi i padavinama. Takve regije su npr. močvare gde je voda ograničavajuć factor. Ekosistem zauvek izlazi iz stadijuma ekvilibrijuma i počinje da degradira usled nedostatka padavina. Dodatno, povećanja nebioloških (požari, poplave, oluje, toplotni talasi, suše i slično) i bioloških (npr. širenje štetočina) poremećaja praćenih brzim promenom klime mogu ubrzati poremećaj ekosistema (Hobbs et al. 2006).

Osetljivost i potencijalna ranjivost se mogu proceniti pomoću indikatora reljefa koji integriše ekologiju reljefa i druge srodne discipline kako bi se procenila ranjivost i održivost ekosistema (Pitchford et al. 2000). Indikatori reljefa uspešno su primenjeni u praćenju životne sredine i uz pomoć ovog prilaza mogu se otkriti obrasci i veze koji nisu intuitivni ili očigledni (Clagett et al. 2007).

Naš cilj je bio da se analizira osetljivost različitih tipova reljefa na sušu, a posebno zaštićenih područja u slivu Dunava i Tise, koristeći prilaz indikatora. Osetljivost reljefa je procenjena na osnovu pojedinačnih indikatora ponaosob: vodni kapacitet zemljišta, dostupna voda, proizvodnja biomase i eolska erozija. Rezultati su potom sumirani i prikazani na mapi osetljivosti koja prikazuje faktore koji utiču promenu reljefa u zavisnosti od klasa zemljišta i stepena zaštite određenog područja.

### Područje istraživanja i metode

Područje istraživanja (Slika 2.13) je vrlo važan region Panonske regije, smešten u Karpatskom basenu. Sastoji se od četiri velika reljefa: centralni deo je prekriven peščarom i peščanim dinama (Kiskunság), severnoistočni deo prekriven je lesom koji ima karakteristike zemljišta sa dobrom plodnošću (ravan Bačke), ostatak čine aluvijalne ravni Dunava i Tise.



**2.13. ábra** A geomorfológia és a felszíni üledékek alapján meghatározott tájtipusok  
(1: alluvialis síkság; 2: löszös síkság; 3: futóhomok síkság)

**Slika 2.13** Reljef na osnovu geomorfoloških karakteristika i površinskih sedimenata  
(1: Aluvijalna ravan, 2: lesna ravan, 3: pesčana ravan)

**Fig. 2.13** Landscape types based on geomorphology and sediment characteristics  
(1: alluvial flood plain; 2: loess plain; 3: alluvial fan with blown sand)

felderősítettek az erőteljes antropogén tevékenységek, mint például a folyószabályozások és az árvíz elleni védekezés a 19. században, a felszíni vizek lecsapolása az 1900-as években, és a felszín alatti vizek túlzott kitermelése a társadalmi és gazdasági igények kiszolgálása érdekében. A megnövekedett szárazság és az antropogén tényezők hozzájárultak a talajvízszint (Pálfai 1994, Rakonczai 2007), és a nyílt vízfelületek csökkenéséhez (Kovács 2008). A vízhiány jelentős változásokat eredményezett, pl. a talajban és növényvilágban a lápok és szikesek esetében (Iványosi 1994, Bíró et al. 2008, Puskás et al. 2012).

A táji indikátor módszert a táj vizsgálatában oly módon használtuk, hogy felállítottunk egy tájindikátor modellt, függő változók és táji mérőszámok segítségével. A táji indikátorokat az érintett területek azonosításra és az egész területre kiterjedő felmérésekre használtuk. A területek aszályra való érzékenységét ebben a tanulmányban főként a talaj vízháztartás,

Reljef je osjetljiv na prirodne promene i promene izazvane ljudskom aktivnošću. Jedan od najvažnijih faktora životne sredine je klima i njene prepoznate promene (Bartholy i Pongrácz 2007), koje su naglašene intenzivnim antropogenim aktivnostima, kao što je regulacija reka i zaštita od poplava u 19-om veku, isušivanje plavnih područja sredinom 20. veka i prekomerna eksploatacija podzemnih voda kako bi se podmirile potrebe stanovništva i poljoprivrede. Povećana bezvodnost i antropogeni faktori doprineli su smanjenju podzemnih voda (Pálfai 1994, Rakonczai 2007) i otvorenih vodenih površina (Kovács 2008). Nedostatak vode rezultirao je značajnim promenama (npr. kod zemljišta i vegetacije u slučaju alkalnih i nealkalnih močvara) (Iványosi 1994, Bíró et al. 2008, Puskás et al. 2012).

Prilaz indikatora reljefa primenjen je prilikom procene reljefa uspostavljavajući model indikatora reljefa pomoću zavisno



meglévő talajvízkészlet, a növényzet biomasz-sza produkciója és a szélrózsiós veszélyeztettség alapján állapítottuk meg és vizsgáltuk az elemzés során. Az indikátorok mind az abiotikus hátteret, mind pedig a növényzet választát jellemzik; így együttesen alkalmasak a klímaváltozásra való érzékenység vizsgálata, amely befolyásolja a további szükséges lépéseket is. Az érzékenység felmérését mind a tájtipusokon, mind pedig a védett élőhelyek és a területhasználat szintjén is elvégeztük. A régiókba sorolást tájak alapján határoztuk meg, míg a területhasználatot és a felszínborítást a Corine Land Cover 2006 adatbázis alapján határoztuk meg.

A talaj érzékenységét a klímaváltozásra nagyban meghatározza annak vízmegtartó képessége és a beszívargás, mivel ezek befolyásolják a növényzet számára elérhető vízkészletet a szárazabb időszakokban. Az agrár-topográfiai térkép alapján három féle vízgazdálkodási típust határoztunk meg. A rossz vízgazdálkodású talajokat érzékenynek találtuk a klímaváltozásra, mivel ezeket nagy beszívargás és gyenge vízmegtartó képessége jellemzi, vagy nagyon alacsony víztartó képesség és korlátozott vízbeszívargás. Az elérhető talajvízkészleteket a talajvíz szintjének elemzésével állapítottuk meg. A 2003-as, 2007-es és 2012-es száraz évek átlagos talajvízszintjét hasonlítottuk össze az 1970-1975 közötti időszak átlagával. Azon területeket, ahol a csökkenés 1 méternél nagyobb volt, érzékenynek minősítettük. Ebben az esetben a víz elérhetősége korlátozott a növényzet számára és akár a talaj típus változását is eredményezheti (szikes talaj, réti talaj). Az éves biomasz-sza produkció tükrözhetheti a növényzet érzékenységét, mert a biomasz-sza csökkenése jelzi a növényzet reakcióját a száraz évekre. Az átlagos éves biomasz-sza produkciót a 2000-2012 közötti időszakban EVI vegetációs index alapján számítottuk, és annak aszályos években (2003, 2007 és 2012) átlagtól való eltérését vizsgáltuk. Azon

promenljivih i jedinica reljefa. Indikatori reljefa su korišteni za identifikaciju na lokaciji i procenu širih područja. Osetljivost posmatranih područja na sušu je definisana u ovoj studiji uglavnom pomoću vodnog kapaciteta zemljišta, dostupnih podzemnih voda, proizvodnje biomase i eolske erozije. Shodno tome, ovi indikatori su praćeni tokom analize. Indikatori opisuju abiotsku pozadinu i reakciju vegetacije, te stoga ovi indikatori mogu i da opišu osetljivost vegetacije na klimatske promene. Procena osetljivosti je sprovedena na nivou reljefa i na nivou zaštićenih staništa/područja. Regionalizacija je definisana na osnovu reljefa, dok je korišćenje zemljišta i samo zemljište klasifikovano prema standardu Corine Land Cover 2006.

Osetljivost zemljišta na klimatske promene je većinski određena prema mogućnosti zemljišta da zadrži vodu i prema infiltraciji vode jer ona utiče na dostupnost vode u sušnim periodima. Zasnovano na agrotopografskim kartama, tri tipa zemljišta su definisana. Zemljišta sa problematičnim vodnim kapacitetom su okarakterisana kao zemljišta osetljiva na klimatske promene koja imaju visoku infiltraciju vode i slabu mogućnost da zadrži vodu, ili veoma slab vodni kapacitet i ograničenu infiltraciju vode. Dostupna količina vode je procenjena koristeći nivo podzemnih voda. Nivo podzemnih voda u suvim periodima tokom 2003., 2007., i 2012. godine je poreden sa prosečnim nivoom podzemnih voda u periodu od 1970-1975. godine. Površine kod kojih je uočeno smanjenje nivoa preko 1 metar je označen kao osetljiv. U ovom slučaju, dostupnost vode je ograničena za vegetaciju i može da izazove promene u sastavu zemljišta. Godišnja proizvodnja biomase reflektuje osetljivost vegetacije jer njeno smanjenje ukazuje na reakciju vegetacije u sušnim godinama. Prosečna godišnja proizvodnja biomase u period od 2002-2012. godine je izračunata pomoću

területeket, ahol a biomassa negatív eltérése meghaladta az 5%-ot a vizsgált években, érzékenynek minősítettük. Az alkalmazott szél-erózió-veszély térkép a talaj erodálhatóságát, a növényzet borítottságát és az erózió szeleket használja a szél-erózió érzékenységek meghatározásában, fuzzy logika alapján (Mezősi et al. 2013). Az indikátorokat a tájtípusok alapján értékeltük ki a korábban definiált osztályok szerint. Az elemzést minden indikátor esetén külön elvégeztük, és összegeztük, hogy megállapítsuk az érzékenység mértékét. Az érzékenységet 0-tól (legalacsonyabb érzékenység) 4-ig (legmagasabb érzékenység) kategorizáltuk annak függvényében, hogy egy vagy több érintett indikátor van-e jelen.

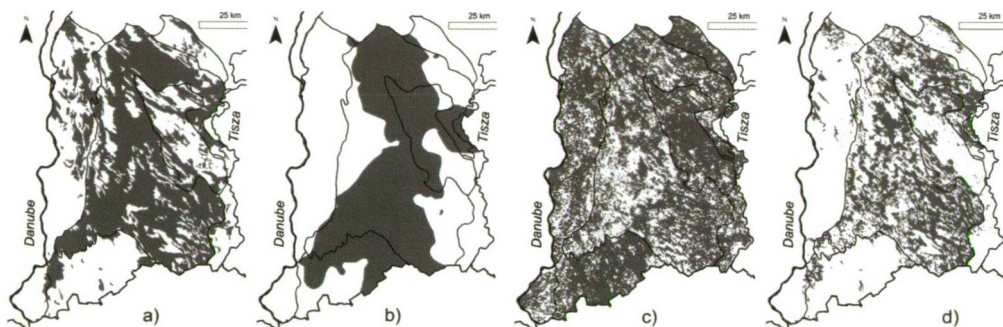
## Eredmények

A szélsőséges vízgazdálkodású területek a mintaterületen (2.14. ábra) többnyire szikes és homok talajok. A szikes talajok esetében az agyagásvány- és sótartalom, míg a homokos talajoknál a magas vízáteresztő-képesség az okai a vízgazdálkodás szélsőséges állapotainak. A futóhomokos hordalékkúpra leginkább a szélsőséges vízgazdálkodású talaj a jellemző

vrednosti indeksa povećane vegetacije (IPV), i uočena su odstupanja od proseka u sušnim godinama tokom 2003., 2007. i 2012. godine. Površine koje su imale negativno odstupanje koje prelazi 5% tokom posmatranih sušnih godina su označene kao osetljive. Mape eolskih erozija koriste osetljivost zemljišta na eroziju, vegetaciju na posmatranom području i pojavu erozivnih vetrova, primenom metoda zasnovanih na fazi logici, da bi procenile osetljivost posmatranog područja (Mezősi et al. 2013). Indikatori su ocenjeni na osnovu tipova reljefa prema unapred definisanim klasama. Analiza je sprovedena za svaki indikator ponaosb i oni su sumirani kako bi se definisali nivoi osetljivosti. Osetljivost je označena od 0 (najmanja osetljivost) do 4 (najviša osetljivost) zavisno od prisustva jednog ili više indikatora koji su pogođeni.

## Rezultati

Zemljišta sa ekstremnim vodnim kapacitetom na posmatranom području (Slika 2.14) su uglavnom zaslanjena zemljišta i peskovita zemljišta. U slučaju zaslanjenih zemljišta, glina i prisustvo natrijumovih minerala su



**2.14 ábra** a) A szélsőséges vízársású talajok kiterjedése, b) a jelentős talajvízszint csökkenés sújtotta területek; c) aszályos években nagymértékű biomassa produkció csökkenést mutató területek; d) jelentős szél-erózió-veszéllyel rendelkező területek  
**Slika 2.14** a) tla sa ekstremnim vodnim kapacitetom, b) oblasti pogođeni značajnim smanjenjem nivoa podzemnih voda, c) teritorija koja pokazuje visok pad proizvodnje biomase u sušnim godinama i d) područjima sa visokom eolskom erozijom

**Fig. 2.14** a) The extension of soils with extreme water regime, b) the areas showing a high decrease of biomass production in arid years, d) areas with high wind erosion hazard differentiated for land use types



(a terület 79%-a). A másik két táj esetében kevésbé jelentős a homok talajok aránya (22% az alluviális és 28% a löszös síkság esetében), és a területhasználat típusok is különböző arányban érintettek. Rossz vízgazdálkodású talajok jellemzik a védett területeket (főként a szikes területeket) a hordaléksíkságon, valamint a védett területeket és nem-védett erdőket a löszös síkságon. Szántók szintén találhatók az ilyen talajtípusoknál (réti talaj és mélyben sós csernozjom) a löszös síkságon és a folyók menti tájon; azonban ezek csak kis százalékat teszik ki a teljes területnek.

A talajvízszint csökkenése befolyásolja a Duna-Tisza köze magasabban fekvő területeit, ezáltal a löszös síkság tájait és a futóhomokborította részeket is. Ezek a területek hasonló mértékben érintettek térbeli kiterjedés szempontjából (53%-ban a löszös síkság esetén és 64%-ban a futóhomokos hordalékkúp esetén). A futóhomokkal borított tájakon leginkább a nem-védett rétekkel és erdőkkel borított homokbuckásokat találjuk ilyen morfológiai állapotban, míg a löszös síkságon más mezőgazdasági területek is érintettek.

Mindhárom tájat erőteljesen érintette a csökkent biomassza produkció. Az érintett területek legnagyobb térbeli kiterjedése a löszös síkságon volt tapasztalható (84%), mivel ezen a tájon a legnagyobb a szántó területek aránya; 90%-uk mutatott jelentős csökkenést. Az alluviális síkság és a futóhomokos területek hasonló mértékben voltak érintettek (66% és 62%). A biomassza termelés jelentős csökkenése ezeken a területeken alátámasztja az aszály termesztett növényekre gyakorolt hatását, melyek nem képesek alkalmazkodni a szélsőséges időjárási viszonyokhoz. Továbbá, a jelentős éves csökkenést szintén befolyásolja a termesztett növények változékonysága évről-évre. A természetes (és természetközeli) élőhelyeknél nagyobb mértékű a csökkenés a futóhomokos területeken és a folyó menti területek van. Nincsenek jelentős különbségek

razlog za stvaranje ekstremnih uslova za pojavu problema zadržavanja vode. Aluvijalne kupe formirane od nanosa peska uglavnom imaju karakteristike zemljišta sa ekstremnim vodnim kapacitetom (79% površine). U slučaju druga dva reljefa, njihov udeo nije značajan (22% u slučaju aluvijalnih ravni i 28% kod lesnih terasa), i na njih utiče u različitim proporcijama. Zemljišta sa problematičnim vodnim kapacitetom su karakteristična za zaštićena područja (uglavnom zaslanjena zemljišta) u aluvijalnim ravnicima i zaštićenim područjima i nezaštićenim područjima, šumama i lesnim terasama. Obradiva zemljišta se takođe mogu pronaći na ovakvom vrstu tla (hidromorfna tla i zaslanjeni černoze) na lesnim zaravnima i reljefi duž reka. Ipak, oni predstavljaju samo mali deo ukupne površine.

Smanjenje nivoa podzemnih voda utiču na više predele oko rečnog sliva i time i na reljef lesnih zaravni i aluvijalnih kupa formiranih od nanosa peska. Sličan je i prostorni raspored (53% kod lesnih terasa i 64% kod aluvijalnih kupa formiranih od nanosa peska). Kod reljefa koji su prekriveni peščenim nanosima, peščarama prekrivrenim nezaštićenim hidromorfnim tlom i šumama otkrivena su zemljišta sa takvim morfološkim stanjem, dok su na lesnim zaravnima pogođena i ostala poljoprivredna područja.

Sva tri reljefa su veoma pogođena smanjenjem biomase. Najviše su pogođene lesne zaravni (84%) što ima i najširi uticaj jer je zastupljenost obradivih površina tu najveća. 90% površina pokazuju značano smanjenje. Aluvijalne ravni i peščare su pogođene u sličnom odnosu (66% i 62%). Značajno smanjenje biomase na aluvijalnim i lesnim zaravnima potvrđuju uticaj suše na zasad koji nije u mogućnosti da se prilagodi ekstremnim vremenskim uslovima. Takođe, značajan godišnji pad može biti prouzrokovao i promenljivošću useva tokom godina. Prirodna i poluprirodna staništa pokazuju veći

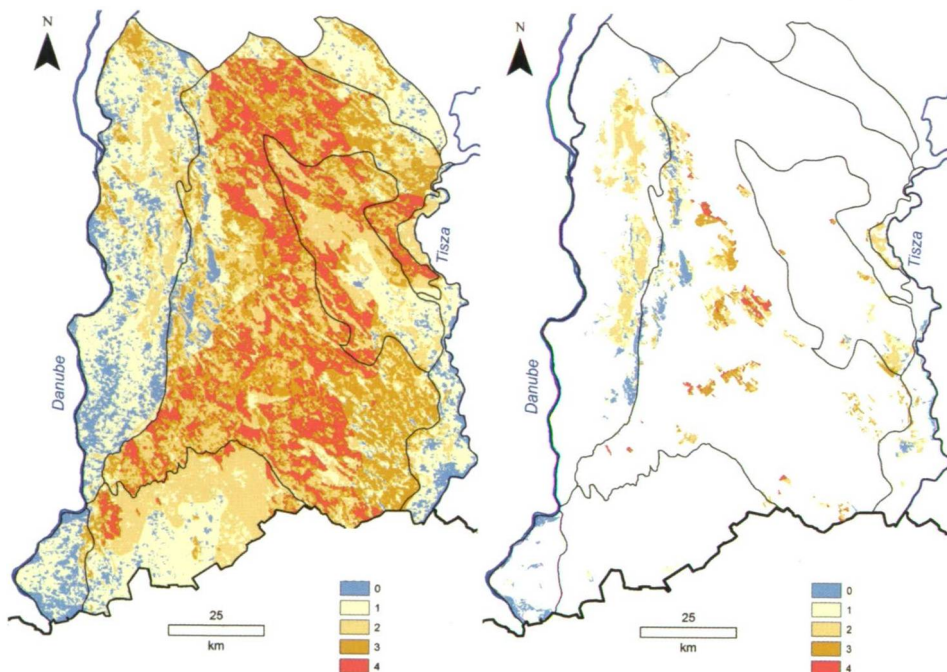
a tájtipusoknál az érintett területhasználat típusok százalékos megoszlásában. A csökkent biomassza produkció aszályos években megfigyelhető volt az összes területhasználati kategóriában, több mint 50%-os arányban, kivéve az erdőket (30-40%); mindez alátámasztja a mintaterület fokozott érzékenységet.

A jelentős különbséget a tájak szélerózió-veszélyeztetettségében a domináns felszíni üledékek erodálhatóságában rejlő különbségek okozzák. A futóhomokos hordalékkúpot és a löszös síkság homokfoltjait fenyegeti leginkább ez a probléma. Az erdős területek nem veszélyeztetettek, tehát hozzájárulnak az érintett területek csökkenéséhez.

A vizsgált indikátorok eredményeit összevetve (2.15. ábra) a mintaterület tájainak eltérő mértékű érzékenysége a klímaváltozásra vizsgálható. A futóhomokkal borított területek mutatják a legmagasabb érzékenységet,

pad proizvodnje biomase kod peskovitih tla i aluvijalnih ravni. Poredeći učešće pogođenih površina u odnosu na ukupne površine različitih vrsta zemljišta, nema značajnijih razlika u reljefu. Pad proizvodnje biomase je opažen na više od 50% svih tipova zemljišta, izuzev šuma (30-40%), tokom sušnih godina, potvrđujući povećanje ostljivosti posmatranog područja.

Značajna razlika između erozija uzrokovanih vetrom kod različitih reljefa uzrokovana je razlikom u erozivnosti dominantnog površinskog sedimenta. Na aluvijalne kupe formirane od peščanih nanosa i peščanika na lesnim zaravnima uglavnom utiče ovaj indikator. Šumska područja nisu ugrožena te ona mogu da doprinesu smanjenju pogođenih područja. Preklapanjem rezultata analiziranih indikatora (Slika 2.15), reljefi posmatranog



2.15. ábra A tájtipusok és védett természeti területek érzékenysége (0-4: az indikátorok száma)

Slika 2.15 Osetljivost različitih tipova reljefa i prirodnih zaštićenih područja (0-4 broj indikatora)

Fig. 2.15 Sensitivity of the different landscape types and protected natural areas (0-4: number of indicators)



ezen a területeken mutatott átfedést a 4 indikátor a legnagyobb arányban. Az alluviális síkság a legkevésbé érintett tájtípus; itt a terület 50%-a nem érzékeny egyik indikátorra sem. A löszös síkság mérsékelt érzékeny; a természetes védett élőhelyek a területnek mindössze 17%-át borítják. A védett területeknek 2%-a bizonyult érzékenynek a mintaterületen. Enyhe érzékenységet (1 indikátor) állapítottunk meg a védett területek 30%-nál, mérsékelt érzékenységet (2 indikátor) 36%-nál, és a terület 16%-a (3-4 indikátor) mutatott magas érzékenységet. A legérzékenyebb területek a legmagasabban fekvő, valamint a homokos területek és a folyókat övező alluviális síkság közötti átmeneti zónákban található; ezek többnyire vizes élőhelyek és homokbuckások.

A 4 indikátor átfedése a magasabban fekvő futóhomokos területeken jellemző. A homokbuckásokat többnyire homoki sztyeppréteg borítja és a buckák közötti mélyedésekben vizes élőhelyek jellemzőek. Az egyre szárazabbá váló klímára való érzékenységnek már az elmúlt néhány évtizedben megjelentek a következményei: a vizes élőhelyek növényzete átalakult és degradálódott (pl. Molnár 2003). Itt a növényzet már alkalmazkodott a megváltozott körülményekhez, vagy aszály-tűrő sztyeppréteg növényzet jelent meg; ezért kevesebb változás várható a növényzetben a jövőben. Az erdők esetében csökkenő vízkészlet várható a megnövekedett aszályveszélynek köszönhetően, ezért az ültetett erdők vízigényét a jövőben figyelembe kell venni (az akác és fenyő vízigénye alacsonyabb, mint az őshonos tölgy és nyár fajoknak). Az erdőtüzek előfordulása megnőhet a jövőben. Továbbá a száraz homoki sztyeppréteken az invazív növények elterjedése fenyeget, valamint a szélrózsió, amennyiben gyér a növényzet. Három indikátor átfedése a homoki sztyeppéken

područja imaju različit stepen ostljivost prema klimatskim promenama. Aluvijalne kupe formirane od peščanih nanosa pokazuju najveću osetljivost, kod kojih se sva 4 indikatora preklapaju u najvećem procentu. Aluvijalne ravni su namanje pogođene tip reljefa, gde 50% područja nije osetljivo ni na jedan od indikatora. Lesne zaravni su umereno ostljive, prirodna zaštićena staništa pokrivaju samo 17% površine. 2% zaštićenih područja se pokazalo da su osetljiva u ispitivanom području. Blaga osetljivost (1 indikator) je detektovana na 30%, umerena osetljivost (2 indikatora) na 36% zaštićenih površina, a 16% (3-4 indikatora) površina pokazuje visoku osetljivost. Najosetljivije oblasti su smeštene na najvišim i graničnim zonama između peščanih predela i aluvijalnih ravni, i to su uglavnom močvare i peščare. Preklapanje sva 4 indikatora je karakteristično za više peščane predele. Peščare su uglavnom prekrivene peščanim stepama, a međupeščane depresije su prekrivene močvarama. Usled visoke osetljivosti na sve suvlju klimu, posledice su primećene tokom poslenjih nekoliko decenija i u najvišim predelima. Vegetacija u močvarama se promenila i degradirala (npr. Molnár 2003). Tu se vegetacija već adaptirala na izmenjene uslove, ili se pojavljuje stepska vegetacija tolerantna na sušu pa se u budućnosti ne očekuju veće promene. U slučaju šuma, očekuje se smanjenje dostupnih voda usled povećane opasnosti od nastanka suše pa se stoga u budućnosti moraju sagledati potrebe šuma za vodom (bagrem i bor zahtevaju manje vode u poređenju sa hrastom i toplom). Mogućnost od pojave šumskih požara će rasti u budućnosti. Osim toga, suve stepe su ugrožene širenjem invazivnih vrsta i eolskim erozijama kod oskudne vegetacije. Preklapanje 3 indikatora se javlja kod peščanih stepa i međupeščanih močvara

és néhány magasabban fekvő homokbucák közötti vizes élőhelyeken fordul elő. Itt a biomasza csökkenés kisebb azokhoz a területekhez képest, ahol a 4 indikátor összefed, köszönhetően a lokális mélyedéseknek.

A folyókhoz közeli területeken, valamint a helyi mélyedésekben lévő vizes élőhelyek esetében többnyire két indikátor átfedése jellemző. A terület keleti részén a vizes élőhelyek fragmentáltak, ami növeli a sérülékenységet. A növekvő aszály-veszély nagy mértékben érinti a vizes élőhelyeket, a megnövekedett vízhiány és a csökkent lefolyás miatt. A vízhiány (mind a talajnedvesség, mind a talajvízkészletek esetében) a víz- és sószállításban is változást eredményez, valamint a vízhez kötődő szikes talajok degradációját okozhatja. Ez változást jelent a fajeloszlásban és összetételében, illetve az élőhelyek mintázatában, ezáltal a Ramsari területek jelentősége megnő (Erwin 2009). Mivel a vizes élőhelyek vízviszonyai várhatóan az átlagosnál jobb maradványok maradnak a klímaváltozás megváltozott viszonyai között is, jelentős puffer funkciójuk lehet klímaváltozás miatt. Elengedhetetlenek a helyi klíma- és vízbálozás szempontjából, és állapotukat fenn kell tartani (Holsten et al. 2009). A nyílt vízfelületek további csökkenése várható a jövőben, és a változó vízháztartás kiszáradásukat eredményezheti. Az indexek alapján az érzékeny területek a legmagasabban fekvő területeken, illetve a magasabban fekvő homokos terület és az alluvialis síkság közötti átmeneti zónában találhatók. Hasonló eredményekre jutott Rakonczai et al. (2012) az élőhelyek kiterjedés és változás vizsgálatában.

1 vagy 0 indikátor az alacsonyabban fekvő vizes élőhelyekre jellemző (az alluvialis síkságokon), melyek enyhén érzékenyként kategorizálhatóak az indikátorok alapján, és a szélsőséges vízgazdálkodás vagy csökkent biomasza produkció a leginkább felelős az érzékenységükért. Azonban a

u. najvišim pešćanim predelima. Tu je pad biomase manji u odnosu na predele kod kojih su preklapljeni sva 4 indikatora usled lokalne depresije tla.

Dva indikatora se preklapaju kod većine močvara koje se nalaze u blizini reka i u lokalnoj depresiji. U istočnom delu analiziranog područja močvare su fragmentisane, što ističe njihovu ranjivost. Rastuća opasnost od suša u budućnosti veoma utiče na močvare uzrokujući nedostatak vode i smanjen godišnji oticaj. Manjak vode (vlage u zemljištu i podzemnih resursa) rezultiraće promenom sastava vode i degradacijom zemljišta pod uticajem povećanja soli. To znači i promenu u distribuciji i sastavu vrsta i uspostavljenih staništa pa će stoga i važnost Ramsar lokaliteta porasti (Erwin 2009). Budući da se očekuje da će sadržaj vode u tlu močvara ostati viši od proseka i pod izmenjenim klimatskim uslovima, one će imati bitnu odbrambenu ulogu tokom projektovanim klimatskih promena. One su od suštinskog značaja za lokalnu klimu i regulaciju voda i njihov status bi trebalo da bude očuvan (Holsten et al. 2009). Dalje smanjenje otvorenih vodenih površina se očekuje u budućnosti, pa se može očekivati izmenjen režim voda kao rezultat presušivanja. Na osnovu proračunatih indikatora, osjetljive površine su locirane u najvišim predelima i graničnim zonama između najviših pešćanih predela i aluvijalnih ravni. Slična saznanje je opisao i Rakonczai et al. (2012) koristeći podatke o kvalitetu staništa.

Jedan ili ni jedan indikator karakteriše močvare u nižim predelima (u aluvijalnim ravnicama) i označava ih kao blago osjetljive na osnovu indikatora i ekstremnog vodnog režima ili smanjenja proizvodnje biomase. Kako god, ova područja takođe mogu da postanu osjetljiva na buduće klimatske promene. U ovim predelima vegetacija može



jövőbeli klímaváltozás miatt érzékenyebbé is válhatnak. Ezeken a területeken a növényzet alkalmazkodik az aszályos, ill. csapadékosabb évek váltakozásához; a kedvező körülmények hozzájárulnak az élőhelyek regenerálódásához és fenntarthatóságához. A regenerálódási potenciál ezeken a vizes élőhelyeken csökken a klíma tendenciaszerű szárazabbá válásával. Ezek a területek többnyire veszélyeztetett vizes élőhelyek, amelyek a talajvízhez szorosan kapcsolódó dinamikus rendszerek. Ezek élőhelyei nagymértékben érzékenyek a klímaváltozásra: növekvő szárazság esetén átalakulásuk várható (Essl et al. 2012, Rakonczai et al. 2012). A vizes élőhelyek degradációja már érzékelhető, mivel a nyílt vízfelületek csökkenése (többnyire szikes tavak) az alluviális síkságon is megfigyelhető, nem csak a futóhomokos területeken, ami szintén megerősíti, hogy a klímaváltozás erőteljesen befolyásolja ezeket a tájakat.

A Tisza és a Duna közelében a talajvízszint-csökkenés nem befolyásolja a tájat annak topográfiai elhelyezkedése miatt. A tiszai és dunai ártéri erdők bizonyultak érzékenyek egyik indikátor szerint sem kedvező környezeti feltételeiknek köszönhetően. Az elérhető vízkészletek könnyen rendelkezésükre állnak, így az ártéri élőhelyek jól tolerálják a klímaváltozást. Ezek hozzájárulhatnak az élőhelyek hosszú távú fenntarthatóságához. A Duna árterének és a futóhomok terület határán lévő vizes élőhelyek nem érzékenyek az indikátorok alapján, mivel ezek a Duna egykori, feltöltődött medreiben helyezkednek el, és regionális talajvízáramok szintén hozzájárulnak a vízellátásukhoz. Ezek a lápok hosszabb távon is fenntarthatók a jobb hidrológiai feltételeknek köszönhetően; ezért a menedzsment részéről különös odafigyelést igényel a vízvisszatartás és a vizes élőhelyek megőrzése. Az indikátorok alapján a folyókhoz közelebb található tavak szintén nem érzékenyek.

da se prilagodi na sušne i kišne godine. Povoljni uslovi doprinose regeneraciji i održivosti staništa. Potencijal regeneracije močvara je smanjen sa tendencijom formiranja suvlje klime. Ove površine su uglavnom ugrožene jer su močvare dinamički sistemi blisko vezani za podzemne vode. Staništa močvara su veoma osjetljiva na klimatske promene: u slučaju učestalijih suša promene su očekivane (Essl et al. 2012, Rakonczai et al. 2012). Degradacija ovih močvara je već primećena, kako je primećeno i smanjenje otvorenih vodenih površina (uglavnom alkalna jezera) i na aluvijalnim ravnicima, a ne samo u peščanim predelima, što dodatno potvrđuje da klimatske promene izuzetno jako pogađaju ovaj reljef.

Usled topografije predela, smanjenje nivoa podzemnih voda ne utiče na reljef bliže Dunavu i Tisi. U slučaju šuma koje se nalaze u plavnom području Tise i Dunava nije prikazan ni jedan indikator zahvaljujući povoljnim uslovima sredine. Voda je lako dostupna pa plavna staništa mogu da tolerišu promene parametara klime. To može da doprinese dugoročnoj održivosti ovih staništa. Močvare duž granice peščanih područja i aluvijalnih ravni plavnih područja Dunava su procenjene kao neosetljive na ove indikatore, jer su smeštene uz sliv Dunava i regionalni podzemni tokovi ih snabdevaju vodom i održavaju vodni bilans. Ove močvare mogu da budu dugoročno održive zahvaljujući boljim hidrološkim uslovima pa bi posebna pažnja trebalo da bude posvećana upravljanju vodama i očuvanju ovih močvara. Jezera bliža rekama takođe ne pokazuju osjetljivost na praćene indikatore.